

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**





KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : / /

Tezin Savunma Tarihi : / /

Tez Danışmanı :

Trabzon

ÖNSÖZ

“Bazı ağaç kabuk ekstraktları ile odunun dış ortam dayanımının arttırılması” adlı bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakülte’si Odun Koruma Teknolojisi Bilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Danışmanlığımı üstlenerek bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması ve yürütülmesi sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım Sayın Hocam Doç. Dr. Özlem ÖZGENÇ KELEŞ’e ve bilgi ve tavsiyelerinden istifade ettiğim Sayın Hocam Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ’a, tez çalışmasında yapılan analiz ve deneylere destek olan Orman Endüstri Mühendisliği yüksek lisans öğrencisi Ebru BİLİCİ’ye sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Analizler sırasında bana destek olan Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bütün eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

TEZİN ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Bazı ağaç kabuk ekstraktları ile odunun dış ortam dayanımının arttırılması” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Doç. Dr. Özlem ÖZGENÇ’in sorumluluğunda tamamladığımı, örnekleri kendim hazırladığımı, deneyleri ve analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı, 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. 20/01/2022

Deniz GÜNERİ

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ.....	IV
TEZİN ETİK BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	VI
ÖZET.....	IX
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XIII
1. GENEL BİLGİLER.....	2
1.1. GİRİŞ.....	2
1.2. Literatür Özeti.....	2
1.2.1. Ahşap Yüzey İşlemleri.....	2
1.2.1.1. Yüzeyde Katman Oluşturan Koruyucu Maddeler.....	4
1.2.1.2. Yüzeyde Katman Oluşturmayan Koruyucu Maddeler.....	4
1.2.2. Ahşap Koruma Maddeleri.....	5
1.2.3. Ahşap Koruma Yöntemleri.....	5
1.2.4. Çevre Dostu Ahşap Koruma Maddelerine İlişkin Çalışmalar.....	7
1.2.5. Ağaç Kabuğunun Önemi.....	10
1.2.5.1. Ağaç Kabuğunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı.....	10
1.2.5.2. Ağaç Kabuğunun Kullanım Alanları.....	12
1.2.5.3. Ağaç Kabuğunun Ahşap Koruma Alanında Değerlendirilmesi.....	14
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Materyal.....	18
2.1.1. Ahşap Malzeme.....	18
2.1.2. Ağaç Kabuğu Temini.....	18
2.2. Yöntem.....	19
2.2.1. Yüzey Koruma Maddesinin Hazırlanması.....	19
2.2.1.2. Ekstraksiyon İşlemi.....	19
2.2.1.3. Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Tayini.....	20
2.2.1.4. Yüzey Koruyuma Maddesinin Hazırlanması ve Odun Örneklerine Uygulanması ..	20

2.2.2.	Test ve Analizler	22
2.2.2.1.	Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunlukları	22
2.2.2.2.	Su Alma Oranı ve Su İticilik	23
2.2.2.3.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik	25
2.2.2.4.	Yapay Dış Ortam Testi (QUV Test).....	27
2.2.2.4.1.	Renk Değişim Analizi.....	28
2.2.2.4.2.	Yüzey Pürüzlülük Analizi.....	29
2.2.2.4.3.	Yüzey Değişiminin Makroskobik ve Mikroskopik Değerlendirilmesi	30
2.2.2.5.	Liflere Paralel Basınç Direnci.....	30
2.3.	İstatistiksel Analiz	31
3.	BULGULAR	29
3.1.	Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Miktarı	29
3.2.	Yüzey Koruma Maddesinin Hava Kurusu Ağırlığa Etkisi	29
3.2.	Yüzey Koruma Maddesinin Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunluklara Etkisi.....	32
3.3.	Odunun Dış Ortam Dayanımına Yüzey Koruma Maddesinin Etkisi	33
3.3.1.	Yüzey Renk Değişimi.....	33
3.3.2.	Yüzey Pürüzlülük Değişimi	38
3.4.	Su Alma Oranı ve Su İticilik Önleyici Etkinlik Değerleri.....	39
3.5.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik Değerleri	47
3.9.	Makroskobik Değerlendirme	66
3.6.	Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri	66
4.	İRDELEME	68
4.1.	Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Miktarı	68
4.2.	Yüzey Koruma Maddesinin Hava Kurusu Ağırlığa Etkisi	69
4.3.	Yüzey Koruma Maddesinin Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunluklara Etkisi.....	70
4.4.	Odunun Dış Ortam Dayanımına Yüzey Koruma Maddesinin Etkisi	73
4.4.1.	Yüzey Renk Değişimi.....	73
4.4.2.	Yüzey Pürüzlülük Değişimi	80
4.4.3.	Yüzeydeki Değişimin Makroskobik İncelenmesi	81
4.10.	Yüzeydeki Değişimin Mikroskobik Değerlendirme	84
4.5.	Su Alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri	86

4.5.1.	Su Alma Oranı Değerleri	86
4.5.2.	Su İtıcılık Etkisi Değerleri	87
4.6.	Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik Değerleri	90
4.6.1	Genişleme Miktarı	90
4.6.2.	Genişlemeyi önleyici etkinlik	91
4.6.3.	Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik.....	96
4.7.	Liflere Paralel Basınç Direnci	98
5.	SONUÇLAR	101
6.	ÖNERİLER.....	105
7.	KAYNAKLAR.....	107

ÖZGEÇMİŞ

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

BAZI AĞAÇ KABUK EKSTRAKTLARI İLE ODUNUN DIŞ ORTAM DAYANIMININ ARTTIRILMASI

Deniz GÜNERİ

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Özlem ÖZGENÇ
2022, 119 Sayfa

Bu tez çalışmasında bazı ağaç kabuklarının ekstraktları ile odunun dış ortam koşullarına karşı dayanımının artırılabilmesi araştırılmıştır. Kestane (*Castanea sativa L.*), Kızılağaç (*Alnus glutinosa L.*), Sarıçam (*Pinus silvestris L.*), Kızılçam (*Pinus brutia L.*), Meşe (*Quercus pontica L.*), Karaçam (*Pinus nigra L.*), Doğu Karadeniz Gökmarı (*Abies nordmannia L.*), Doğu Kayını (*Fagus orientalis L.*), Doğu ladini (*Picea orientalis L.*), Toros Sediri (*Cedrus libani L.*) 10 farklı ağaç kabuğu kullanılmıştır. Bu kabuklar %1 NaOH içerikli sıcak su çözünürlüğü ile ekstrakte edilmiştir. Ekstraktif madde, polietilenglikol (PEG), asetik asit ve saf su kullanılarak yüzey koruyucu maddeler hazırlanmıştır. Yüzey koruma maddeleri, sarıçam (*Pinus silvestris L.*) ve doğu ladini (*Picea orientalis L.*) odun türlerine fırça yardımıyla uygulanarak dış ortam faktörlerine karşı koruma etkisi araştırılmıştır. Yüzey koruma maddesi uygulanmış odun örneklerinin (test) dış ortam koşullarına dayanımı, 480 saat yapay dış ortam testi ile araştırılmıştır. Yapay dış ortam testi sonrasında test örneklerinin yüzey renk değişimi, pürüzlülük değişimi, makroskobik ve mikroskobik değişimi incelenmiştir. Yüzey koruma maddesinin odunun su alma oranına, su iticilik etkisine, genişleme miktarına, genişlemeyi önleyici etkinliğine ve liflere paralel basınç direncine olan etkisi de analiz edilmiştir. Yapay dış ortam testi sonrasında, sarıçam odununa kıyasla ladin odunu yüzeyinde koruma maddesinin performansının daha yüksek olduğu anlaşılmıştır. Kestane ve sedir kabuk ekstraktı içeren koruma maddeleri, her iki odun türünün de su iticilik ve genişleme önleyici etkisini arttırmıştır. Genel olarak, ladin odununa kıyasla, kabuk ekstraktı içerikli yüzey koruma maddelerinin dış ortam koşullarındaki performansı sarıçam odununda daha yüksek belirlenmiştir. Ancak, kabuk ekstraktından geliştirilen yüzey koruma maddelerinin yıkanma özelliğinin fazla olması dolayısıyla, yarı açık veya tam kapalı mekânlarda koruma sağlayabileceği anlaşılmıştır. Özellikle, organik olması ve çevre dostu bir ürün olmasından dolayı insanların temas halinde bulunduğu yarı açık veya tam kapalı mekânlardaki çocuk parklarında, park ve bahçe mobilyalarında, üstü kapalı verandalarda kullanılması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap yüzey koruma, Ağaç kabuğu, Genişlemeyi önleyici, Ekstraksiyon, Su iticilik, Yapay dış ortam testi, Yüzey koruma maddesi

Master Thesis
SUMMARY
INCREASING THE OUTDOOR DURABILITY OF WOOD SURFACE WITH SOME
WOODEN BARK EXTRACTS

Deniz GÜNERİ

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Özlem ÖZGENÇ
2022, 118 pages

This thesis investigated that some tree bark extracts could increase the resistance of wood against outdoor conditions. Ten different barks were used, such as Chestnut (*Castanea sativa* L.), Alder (*Alnus glutinosa* L.), Scots pine (*Pinus silvestris* L.), Red pine (*Pinus brutia* L.), Oak (*Quercus pontica* L.), Black pine (*Pinus nigra* L.), Eastern Black Sea, fir (*Abies nordmannia* L.), Orientalis beech (*Fagus orientalis* L.), Orientalis Spruce (*Picea orientalis* L.), Taurus Cedar (*Cedrus libani* L.). These barks were extracted with hot water solubility containing 1% NaOH. Surface protection agents were prepared using extractive material, polyethylene glycol (PEG), acetic acid, and purified water. Surface protection agents were applied to scots pine (*Pinus silvestris* L.) and oriental spruce (*Picea orientalis* L.) wood species with the help of a brush, and their protective effect against external factors was investigated. The resistance of the wood samples (test) treated with surface protection agent to outdoor conditions was investigated by artificial outdoor test for 480 hours. After the artificial outdoor test, the surface color change, roughness change, macroscopic and microscopic changes of the test samples were examined. The effects of the surface protection agent on the wood's water uptake rate, water repellency, expansion amount, anti-expansion activity, and pressure resistance parallel to the fibers were also analyzed. After the artificial weathering test, it was understood that the preservative performance on the spruce wood surface was higher than the Scots pine wood. Preservatives containing chestnut and cedar bark extracts enhanced the water-repellent and anti-expansion effect of both wood types. In general, the performance of surface protection agents containing bark extract in outdoor conditions was higher in Scots pine wood than spruce wood. However, it has been understood that surface protection agents developed from bark extract can protect semi-open or fully closed spaces due to their high washing properties. Especially since it is an organic and environmentally friendly product, it can be recommended to be used in playgrounds, park and garden furniture, covered verandas in semi-open or fully closed places where people are in contact.

Keywords: Wood surface protection, Bark, Anti-swelling, Extraction, Water repellency, Artificial weathering test, Surface protection agent

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Ağaç Malzemenin Yapısı.....	10
Şekil 2. Doğal ağaç kabuğu	12
Şekil 3. Sarıçam ve ladin odun örneklerinin hazırlanması	18
Şekil 4. Ağaç kabuğunun hazırlanma evreleri	19
Şekil 5. Yapılan ekstraksiyon işlemi aşamaları	20
Şekil 6. Yüzey koruyucu maddesinin örneklere uygulanması.....	22
Şekil 7. Yüzey koruyucu maddesinin farklı yüzeylere uygulanması.....	22
Şekil 8. Denge rutubeti ağırlık miktarı ölçülmesi	23
Şekil 9. Yıkama uygulanan örnekler	24
Şekil 10. Genişleme miktarı ölçümü	27
Şekil 11. Cihazda örneklere uygulanan yapay dış ortam testi.....	27
Şekil 12. Renk değişim ölçüm cihazı.....	28
Şekil 13. CIELab renk sisteminin gösterimi.....	28
Şekil 14. Yüzey pürüzlülük ölçümü	29
Şekil 15. Mikroskop altında yüzey değişiminin değerlendirilmesi.....	30
Şekil 16. Liflere paralel basınç direncinin ölçülmesi.....	31
Şekil 17. Ağaç kabuk ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarı	69
Şekil 18. Sarıçam ve ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak hava kurusu ağırlık değişimi.....	Error! Bookmark not defined.
Şekil 19. Test ve kontrol örneklerinin hava kurusu ağırlıklarının karşılaştırılması.....	70
Şekil 20. Test ve kontrol örneklerinin tam kuru ağırlıklarının karşılaştırılması.....	71
Şekil 21. Test ve kontrol örneklerinin denge rutubet miktarlarının karşılaştırılması.	72
Şekil 22. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan ışık stabilite (ΔL) değerleri	73
Şekil 23. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan kırmızı-yeşil	74
stabilite (Δa) değerleri.....	74
Şekil 24. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb) değerleri	75

Şekil 25. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan (ΔE) değerleri 75	
Şekil 26. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan ışık stabilite (ΔL) değerleri	76
Şekil 27. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa) değerleri.....	77
Şekil 28. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb) değerleri	78
Şekil 29. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan toplam renk değişim (ΔE) değerleri	78
Şekil 30. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin yüzey pürüzlülük indeksi ($RI(Ra)$) değişimi	80
Şekil 31. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin yüzey pürüzlülük indeksi ($RI(Rz)$) değişimi	81
Şekil 32. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam örneklerinin makroskobik görüntüsü	83
Şekil 33. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin örneklerinin makroskobik görüntüsü	84
Şekil 34. Test ve kontrol örneklerinin QUV testi öncesi ve sonrası mikroskobik görüntüsü	85
Şekil 35. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su alma oranı (%).....	86
Şekil 36. Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde su alma oranı (%).....	86
Şekil 37. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su iticilik etkisi (%).....	87
Şekil 38. Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde su iticilik etkisi (%).....	88
Şekil 39. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde hacimsel genişleme miktarı (%).....	90
Şekil 40. Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde hacimsel genişleme miktarı (%) .. 91	
Şekil 41. Suda bekletme sürelerine göre Sarıçam örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	92
Şekil 42. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	92
Şekil 43. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	93

Şekil 44. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	94
Şekil 45. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	94
Şekil 46. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	95
Şekil 47. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	97
Şekil 48. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%)	97
Şekil 49. Test ve kontrol örneklerinin F_{max} değerleri.....	98
Şekil 50. Test ve kontrol örneklerinin liflere paralel basınç değerleri.....	99

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Sarıçam ve ladin örneklerine uygulanan kabuk ekstraktiflerinin kodlanması.....	18
Tablo 2. Yapılan çalışmalara ait deneme deseni.....	21
Tablo 3. Ağaç kabuk ekstraktlarının toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi.	29
Tablo 4. Yüzey koruma maddesini sarıçam örneklerinin hava kurusu ağırlıklarına etkisi	29
Tablo 5. Yüzey koruma maddesini ladin örneklerinin hava kurusu ağırlıklarına etkisi	32
Tablo 6. Sarıçam test ve kontrol örneklerinin hava kurusu yoğunluk, tam kuru haldeki yoğunluk ve denge rutubet miktarındaki yoğunluk değerleri	32
Tablo 7. Ladin test ve kontrol örneklerinin hava kurusu yoğunluk, tam kuru haldeki yoğunluk ve denge rutubet miktarındaki yoğunluk değerleri	33
Tablo 8. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam test ve kontrol örneklerinde renk değişim ve Duncan homojenlik grupları ($p<0.05$)	33
Tablo 9. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin test ve kontrol örneklerinde renk değişim ve Duncan homojenlik grupları ($p<0.05$)	34
Tablo 10. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)	36
Tablo 11. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$).....	36
Tablo 12. Sarıçam ladin test ve kontrol örnekleri renk değişimi basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$).....	37
Tablo 13. Sarıçam ve ladin örnekleri ağaç türü bakımından renk değişimi basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)	37
Tablo 14. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam örneklerinde test öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve varyans analizi testi sonuçları ($p<0.05$).....	38
Tablo 15. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin örneklerinde test öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve varyans analizi testi sonuçları ($p<0.05$).....	38

Tablo 16. Yapay dış ortam testi uygulanan varyasyonlar arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)	39
Tablo 17. Yapay dış ortam testi uygulanan ağaç türü arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)	39
Tablo 18. Sarıçam örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%).....	40
Tablo 19. Ladin örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%).....	41
Tablo 20. Sarıçam örnekleri su alma değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları ($p<0.05$)	42
Tablo 21. Ladin örnekleri su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları ($p<0.05$).....	43
Tablo 22. Sarıçam örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su iticilik etkisi oranları (%)	44
Tablo 23. Ladin odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su iticilik oranları (%).....	45
Tablo 24. Sarıçam örnekleri su iticilik etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları	46
Tablo 25. Ladin örnekleri su iticilik etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	47
Tablo 26. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet, radyal, lif yönünde meydana gelen değişim oranları.....	48
Tablo 28. Sarıçam örnekleri teğetsel yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	50
Tablo 29. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	51
Tablo 30. Sarıçam örnekleri radyal yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	52
Tablo 31. Ladin örnekleri radyal yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları	53
Tablo 32. Sarıçam örnekleri boyuna yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 33. Ladin örnekleri boyuna yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	54
Tablo 34. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişleme miktarı değişim oranları (%)	55
Tablo 35. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişleme miktarı değişim oranları (%).....	56

Tablo 36. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal, teğet, lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik miktarı değişim oranları (%)	57
Tablo 37. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı radyal, teğet, lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik miktarı değişim oranları (%).	58
Tablo 38. Sarıçam örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	59
Tablo 39. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	60
Tablo 40. Sarıçam örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	61
Tablo 41. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	62
Tablo 42. Sarıçam örnekleri boyuna yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	63
Tablo 43. Ladin örnekleri boyuna yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları.....	64
Tablo 44. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değişim oranları (%).	65
Tablo 45. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değişim oranları (%).	65
Tablo 46. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin test sonrası makroskopik olarak değerlendirilmesi	66
Tablo 47. Sarıçam örneklerine ait ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (kp/cm^2) ve homojenlik grupları.....	66
Tablo 48. Ladin örneklerine ait ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (kp/cm^2) ve homojenlik grupları.....	67
Tablo 49. Yıkama durumuna göre sarıçam ve ladin örnekleri basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$).	67

KISALTMALAR DİZİNİ

- A : Kestane kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- AD: Tam kuru ağırlık değişimi
- ASTM : Amerikan Test ve Malzeme Kurumu
- AWPA : Amerikan Odun Koruma Birliği
- B : Kızılağaç kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- C : Sarıçam kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- D : Kızılcık kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- DIN : Alman Standartları Enstitüsü
- DPPH : Difenil-1-Pikril Hidrazil
- DRM : Denge rutubet miktarı
- E : Meşe kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- EN : Avrupa Standardı
- F : Karaçam kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet
- G : Göknar kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
- $GET_{(l.t.r.)}$: Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişlemeyi önleyici etkinlik
- GET_r : Radyal yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik
- GET_t : Teğet yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik
- GET_v : Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik
- $GM_{(l.t.r.)}$: Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı
- GM_d : Deney (test) örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı
- GM_k : Kontrol örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı

GM _r :	Radyal yöndeki genişleme miktarı
GM _t :	Teğet yöndeki genişleme miktarı
GM _v :	Tam kuru hacimsel genişleme miktarı
Gr :	Gram
ISO :	Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
K :	Kayın kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
L :	Ladin kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
LDN :	Lif Doygunluk Noktası
LPBD :	Liflere Paralel Basınç Direnci
M:	Denge rutubet miktarındaki ağırlık
Max :	Maksimum
Min :	Minimum
Mn:	Örneğe ait 'n' periyodu sonrası ağırlık
Mo:	Tam kuru ağırlık
Mö:	İlk tam kuru ağırlık
Mr:	İklimlendirme odası şartlarında ulaşılan ve değişmeyen rutubetli ağırlık
Ms:	Yıkama sonrası tam kuru ağırlık
NaOH :	Sodyum Hidroksit
Ö _n :	Örneğe ait 'n' periyodu sonrası lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçüleri
Ö _o :	Tam kuru lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçüleri
p :	İstatistiksel olarak önem düzeyi
PEG :	Polietilenglikol
Ra :	Ortalama pürüzlülük değeri
Rz :	Pürüzlülüğün on nokta değeri

S :	Sedir kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesi
S :	Standart sapma
SAO:	Su alma oranı
SAO _d :	Deney (test) örneğine ait su alma oranı
SAO _k :	Kontrol örneğine ait su alma oranı
SİE:	Su iticilik etkisi
TS :	Türk Standartları Enstitüsü
UV :	Ultraviyole Işıklar
V:	Denge rutubet miktarındaki hacim
X :	Aritmetik ortalama
δ ₀ :	Tam kuru yoğunluk değerleri
δ _{drm} :	DRM değerindeki yoğunluk değerleri
σ _β :	Liflere paralel basınç direnci
°C :	Santigrat derece
% :	Yüzde
ΔL*:	Işık stabilitesi
Δa* :	Kırmızı-yeşil kromotografik koordinatları
Δb* :	Sarı-mavi kromotografik koordinatları
ΔE* :	Toplam renk değişimi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. GİRİŞ

Son yıllarda ağaç malzemenin kullanımı bir hayli artmıştır. Ağaç malzeme, diğer yapı malzemelerine göre doğada daha fazla bulunan ve seçkin özellikleri olan bir materyaldir. Ağaç malzemenin yüksek mekanik dayanımı, düşük ısı iletimi, düşük yoğunluğu, yenilenebilir bir malzeme olması kullanımını artırırken, dış ortam koşullarında odunu bozunduran çevresel, fiziksel ve kimyasal faktörler malzemenin yüzeyinde olumsuz değişimlere neden olabilmektedir. Günümüzde ağaç malzemeye olan talebin artmasıyla ağaç malzemenin verimli ve uzun vadeli kullanımı giderek önem kazanmaktadır. Odunun hizmet ömrünün arttırılması için çeşitli koruma yöntemleri kullanılmaktadır. Başlıca koruma yöntemleri, odunun emprenye edilmesi ve modifikasyon işlemleridir. Emprenye ve modifikasyon yöntemi sayesinde odunun birçok olumsuz yönleri iyileştirilmektedir (Yıldız, 2012).

Emprenye, homojen olmayan ağaç malzemenin, çeşitli biyotik ve abiyotik etkilere karşı korunmak amacıyla çeşitli yöntemler ve maddeler ile uygulanan işleme denilmektedir. Doğal dayanımı yüksek olan ağaç türleri uzun yıllar bozunmadan kullanılsada, dayanımı düşük olan ağaç türlerinin hizmet ömrünün arttırılabilmesi için emprenye ile muamele edilmesi gerekmektedir. Emprenye işlemini ağaç malzemenin özellikleri, emprenye yöntemi, sıvıların akış yolları, geçit aspirasyonu vb. faktörler etkilemektedir (Ulusoy ve Peker, 2019). Emprenye maddelerinin odunun kullanım yerine göre (iç-dış-yarı açık alan) koruma etkisi artmakta veya azalabilmektedir. Emprenye, ahşap malzemeyi bozunmaya, yanmaya, UV ışınlarına ve boyutsal değişimlere karşı daha dayanıklı hale getirebilir (Demirel, 2018).

Son yıllarda yapılan çalışmalar, antioksidan, antifungal, antibakteriyel vs. içerikli çevre dostu yeni ahşap koruyucu maddeler üzerine yoğunlaşmıştır. Bazı doğal antioksidanların dış mekânda biyotik ve abiyotik zararlılara karşı etkili olduğu belirlenmiştir. Antioksidan içeriği yüksek olan birçok bitki ve ağaç türü bulunmaktadır (Göktaş vd. 2008a, Göktaş vd. 2008b). Ağaç kabuklarında antioksidanların fazlaca bulunması ağaç kabuğundan elde edilen ekstraktların koruyucu maddelerde kullanılması günümüzde oldukça yaygın hale gelmiştir. Birçok çalışmada, bazı bitki ve kabuk ekstraktlarının abiyotik ve biyotik zararlılara

karşı etkileri araştırılmış olup biyotik zararlılara karşı etkilerinin yüksek olduğu görülmüştür(Göktaş vd.2009a, Göktaş vd. 2009b). Bu çalışmaların en önemli nedeni ise, âtil olan ağaç kabuğunun kolay erişilebilir olması ve antioksidan, antifungal, antibakteriyel vs. bazı özelliğinin yüksek olmasıdır. Bu nedenle ağaç kabuğunun yeni kullanım alanları oluşmaktadır. Bu tez çalışmasında, ağaç kabuğundan elde edilen ekstraktlardan ahşabı dış mekân koşullarında bazı abiyotik ve biyotik faktörlere karşı koruyan yüzey koruyucusunun geliştirilmesi amaçlanmıştır. Yerli ağaç türlerimizden on farklı ağaç kabuklarından %1 NaOH-sıcak su çözünürlüğü ile elde edilen ekstraktlardan ahşap yüzey koruma maddeleri hazırlanmıştır. Bu kabuk ekstraktlarının toplam fenolik ve flavanoid madde içerikleri belirlenmiş ve ayrıca bu ekstraktlar üzerinde farklı yöntemler uygulanarak antioksidan aktiviteleri belirlenmiştir. Bu yüzey koruma maddelerinin dış ortam koşullarında ahşap üzerinde dayanımı araştırılmıştır. Bu çalışmada, özellikle dış mekânlarda tercih edilmekte olan iğne yapraklı ağaç türlerinden sarıçam ve ladin odun örnekleri kullanılmıştır. Odun örneklerine yüzey koruma maddeleri, fırça ile sürme yöntemi kullanılarak uygulanmıştır. 480 saat yapay dış ortam testine maruz bırakılan örneklerin yüzeylerindeki renk değişimi, pürüzlülük değişimi, makroskopik ve mikroskopik değişim incelenmiştir. Ayrıca, yüzey koruma maddesinin odunun liflere paralel basınç direnci, su alma oranı, su iticilik, genişlemeyi önleme ve boyutsal kararlılık özelliklerine olan etkisi analiz edilmiştir.

1.2. Literatür Özeti

1.2.1. Ahşap Yüzey İşlemleri

Yüzey işlemleri genel olarak ahşap, cam mermer, plastik vb. malzemeler kullanılarak yapılan işlere uygulanan son bitirme işlemlerini ifade eder. Kullanılan malzemenin cinsine göre yüzey işlemlerinde kullanılacak malzemeler ve yöntemler değişebilmektedir. Yüzey işlemleri, üretilen ahşap mobilya ve dekorasyon elemanlarını korumak ve estetik değerini arttırmak için yapılan koruyucu katman oluşturma, renk açma ve renklendirme işlemleridir. Ahşap malzemelere uygulanan yüzey işlemleri malzemeyi dış ortam koşullarında mekanik, kimyasal, fiziksel, biyolojik etkilerden korumak amacı ile uygulanmaktadır (Güngör, 2018).

Kimyasal etkiler; asitler, alkaliler, tuzlar gibi ahşap malzemenin bozunmasına sebep olan maddeler olarak sınıflandırılmaktadır. Ahşap malzemenin kimyasal yapısında oluşabilecek her türlü bozunma malzemeyi bütün etkilere karşı daha dayanıksız hale

getirmektedir. Mekanik etkiler; malzeme yüzeyine uygulanan sürtünme, aşınma, darbe, çizilmeye zorlama vb. etkilerden oluşmaktadır. Fiziksel etkiler; ortamdaki nem, kirlenme, ısı değişimi ve tozlanma gibi malzemenin doğal yapısında değişimlere neden olmakta ve kolaylıkla temizlenebilmektedir (Sönmez, 2005).

Işık etkisi, ağaç malzeme uzun süre dış ortam koşullarında UV ve güneş ışınlarının kısa dalga boylarına maruz kalması ile malzemede meydana gelen bozunmalara neden olan etkiler olarak ifade edilmektedir. Işık etkisi altında kalacak malzemede renk değişiminin yanı sıra kimyasal yapısında da bozunmalar oluşmaktadır (Özgenç, 2012). UV ışığının karbon bağlarını parçalayarak lignini parçaladığı bilinmektedir (Evans, 2013). Ağaç malzemeye zarar veren mantar, böcek ve mikroorganizmaların etkileri ile oluşan zararlar, biyolojik zararlar sınıfında yer almaktadır (Mararis vd., 2020). Çürüklük mantarları, uygun koşulların oluşması durumunda birkaç yıl içerisinde ahşabı tamamen yok edebilmektedir (Williams, 2005). Mantarların ahşap malzeme rengi, kimyası ve mekanik özellikleri üzerindeki etkisi oldukça büyüktür (Buchner vd., 2019). Dış hava koşullarının etkisine maruz kalan odun yüzeyine etki eden ısı, ışık, nem, su, çığ, sıcaklık farklılıklarında odunu degrade eden diğer etmenlerdir (Sönmez, 2005; Doruk, 2009; Zupanc vd. 2019.) Fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörlere maruz bırakılmış, yüzey işlemi uygulanmış ahşap malzemelerin, yüzey işlemi yapılmayan ahşap malzemeye oranla hizmet ömrünün daha uzun olduğu saptanmıştır (Örs ve Atar, 2000).

Atmosferik gazlar da odunun dış ortam koşullarında bozunmasında olumsuz bir etkiye sahiptir. UV ışınına maruz kalan odunun yapısında hava, oksijen, azot ve argon bozunurucu bir etkiye sahiptir. Odunun türüne göre hava, oksijen, azot ve argona maruz bırakıldıkları ilk saatlerinde odunun yüzeyinde hızla kararmalar görülmüş ve özellikle azot gazı bu kararmaya neden olduğu daha önceki çalışmalarda belirtilmiştir (Özgenç, 2013). Dış hava koşullarından önce ve sonra çeşitli ağaç türlerinin nem performansını izlemek ve daha küçük örneklerin yıpranmış örneklere kıyasla nem performansı ölçümleriyle kıyaslanmıştır. Malzemelerin çoğunluğunun su performansının doğal hava koşullarına bağlı olarak azaldığı açıkça belirtilmiştir (Zupanc vd., 2018).

Yüzey işlemleri uygulanmasının amacı; ahşap malzemeyi korumak ve estetik değerinin yükseltilmesinin yanı sıra hijyen ve temizlikte kolaylık sağlamaktır. Ahşap yüzey koruyucu maddeler ise kendi arasında 2 gruba ayrılmaktadır (Feist, 1983). Bunlar:

1. Odun yüzeyinde bir film tabakası oluşturanlar ya da örtücü özellik gösterenler (tüm boyaları, vernik ve lakeleri, odun yüzeyine bağlanan örtücüleri kapsamaktadır.)

2. Bir film veya örtü tabakası oluşturmadan oduna nüfuz eden boyalar (emprenye maddeleri, su itici kimyasalları, yarı şeffaf boyaları ve kimyasal işlemleri kapsamaktadır.)

1.2.1.1.Yüzeyde Katman Oluşturan Koruyucu Maddeler

Ahşap malzemenin doğal görünümü ve rengini çok fazla değiştirmeden koruyabilmenin etkili yollarından birisi de yüzey işlemlerinin uygulanması ile sağlanmaktadır. Bu uygulama yapılırken tercih edilen yöntemlerden biri de ahşap yüzeylere vernik uygulanmasıdır. Vernik genellikle tamamen kuruduktan saydam bir katman oluşturan, en az iki bileşenden oluşan eriyiklerdir (Kurtoğlu, 2000). Ahşap malzemelere yüzey işlemlerinin uygulanmasındaki amaç, koruyucu katman oluşturmak, estetik görünüşü ve ahşabın rengini değiştirmeden koruyabilmektir. Verniklerin sınıflandırılmasında birçok yöntem bulunmaktadır (Kurtoğlu, 2000; Budakçı ve Sönmez, 2010).

- Kuruma ve sertleşme tiplerine göre,
- Kullanıldığı yere göre,
- Uygulama sırasına göre,
- Elde edildiği ham maddenin özelliğine göre,
- Sürüldüğü yüzeylerdeki etkilerine göre,

Ancak bu tür verniklerin üretim veya kullanım yerlerinde kimyasallar yayılmaktadır. Günümüzde insanların sağlıklı ve çevreye zararsız vernikleri kullanma isteği ile çeşitli vernik-boya çeşidi ortaya çıkmıştır. Çevreye zararı en az olarak bilinen su bazlı vernik sistemlerin ahşap malzeme ile kullanılması giderek artmaktadır (Budakçı ve Sönmez, 2010; Ulay ve Budakçı, 2015).

1.2.1.2. Yüzeyde Katman Oluşturmayan Koruyucu Maddeler

Yüzeyde katman oluşturmayan koruyucu maddeler, basınç altında yapılan veya geleneksel fırça yöntemleri ile ahşap malzemeye nüfuz ettirilerek kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle birlikte ahşabı bitkisel ve hayvansal zararlara karşı zehirli etkisinden dolayı

koruma önlemi alınmaktadır. Bir emprenye maddesinin; odun zararlarına karşı yüksek derecede etkili olması, retansiyon ve penetrasyon değerlerinin standartlara uygun olması, liflere tutunması, yıkanma ve buharlaşma ile kaybın az olması, korozyona karşı dayanıklı olması ve kokusuz olması istenir (Yıldız, 2010).

1.2.2. Ahşap Koruma Maddeleri

Odunun dış ortam koşullarında korunmasında rol alan 3 çeşit emprenye maddesi vardır. Yağlı emprenye maddeleri bilinen en eski emprenye maddeleridir. Kreozot, maden kömürü katranı, linyit kömürü katranı, odun katranı ve katran yağı yağlı emprenye maddelerine örnek verilebilir (Şen, 2001).

Suda çözünen emprenye maddeleri, insan sağlığı açısından olumsuz etkisi olmayan maliyeti düşük olan emprenye maddeleridir. Suda çözünen emprenye maddelerinin suda çözünür olması açık alanlarda kullanımını kısıtlamaktadır. Borlu bileşikler, tanalith-E suda çözünen emprenye maddelerine örnek verilebilir.

Tanen ve Tanalith-E ile emprenye edilen örnekler, bu kimyasalların su bazlı özellikleri nedeniyle azalan parlaklık değerleri elde etmiştir. Su bazlı emprenye maddelerinin, liflerin şişmesine ve yüzeylerin pürüzlülüğünün artmasına neden olduğu bildirilmiştir (Yalçın 2012).

1.2.3. Ahşap Koruma Yöntemleri

Emprenye, anizotrop bir malzeme olan ahşap malzemenin, dış ortam koşullarında dayanımının ve hizmet ömrünün artırılması, çeşitli abiyotik ve biyotik etmenlere karşı korunması amacı ile farklı yöntemler kullanılarak yapılan uygulamadır. Ahşap malzeme özellikleri, sıvıların akış yolları, emprenye yöntemi ve geçit aspirasyonu emprenye işlemini etkileyen en önemli faktörlerdir (Yaşar vd., 2017) Günümüzde pek çok emprenye maddesi ile farklı emprenye yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler 5 gruba ayrılmaktadır. Bunlar:

1. Basınç uygulanmayan basit yöntemler

- ✚ Fırçayla sürme ve püskürtme yöntemleri
- ✚ Batırma Yöntemi
- ✚ Deluging Yöntemi

✚ Sıcak-soğuk açık kazan yöntemi

2. Basınç ve/veya vakum uygulanan yöntemler,

✚ Dolu hücre yöntemleri

✚ Rueping yöntemi,

✚ Osilasyon ve değişken basınç yöntemi,

✚ Hidrojet yöntemi,

✚ Çözelti geri kazanma yöntemleri,

✚ Alçak basınç (vakum) uygulanan yöntemler,

3. Besi suyu çıkarma yöntemleri

4. Difüzyon yöntemi

5. Yerinde bakım yöntemleri (Bozkurt vd., 1993; Ceylan 2019)

Basıncısız basit yöntemler en eski emprenye yöntemi olarak bilinmekte ve hala kullanılmaktadır. Fırçayla sürme ve püskürtme yöntemi yüzeysel koruma sağlar, renklenme ve çürüklük mantarlarına karşı uygulanır. Kısa süreli koruma sağlar. Zamanla ağaç malzeme çatlağında etkisi azalır. Her türlü emprenye maddesi uygulanabilir. Tahrip riskinin düşük olduğu yerler için ekonomik bir uygulamadır (Güler, 2011) .

Batırma yöntemiyle yapılan emprenye uygulaması fırça ile sürme ve püskürtme yöntemlerine göre daha iyi bir koruma sağlamaktadır. Batırma yönteminde soğuk olan emprenye maddesi içerisine batırılan ahşap malzemenin bir süre çözelti içerisinde bekletilmesi ile uygulanmaktadır (Yıldız, 2012). 1-10 dk arasında yapılan batırma işlemine kısa süreli, 10 dk'dan uzun süreli olan uygulamalar uzun süreli batırma yöntemi olarak adlandırılmaktadır. Çoğunlukla organik çözücülü emprenye maddelerinin (OÇEM) kullanıldığı bir yöntemdir (Yıldız, 2012).

Deluging yönteminde soyulmuş olan ahşap malzeme organik çözücülü bir emprenye çözeltisi içerisinde yüzdürülmekte olan 1 m – 1,5 m uzunluğundaki bir tünelden dakikada yaklaşık olarak 15 m – 60 m hızındaki bir konveyör sistemi ile geçirilmekte ve ya emprenye maddesi yukarıdan püskürtülmektedir. İşlem sonrası ahşap malzemenin yüzeyinde bulunan emprenye maddesi fazlalıkları fırça ile temizlenmektedir (Elibol, 2020).

Açık havada bir süre kurutulan ahşap malzemenin üzeri açık olan bir emprenye kazanında bulunan emprenye çözültisi içerisinde ısıtılmakta, sonrasında hemen soğuk emprenye çözültisi içeren bir kazana bırakılması sıcak-soğuk açık kazan yöntemi olarak bilinmektedir (Doğan, 2018).

1.2.4. Çevre Dostu Ahşap Koruma Maddelerine İlişkin Çalışmalar

Ergür ve Kartal (2001), orman ürünleri endüstrisinde çevre kirliliği ve kontrolü üzerine yapmış oldukları çalışmada, organik çözücülü emprenye maddeleri petrol destilasyonu sonucu elde edildiğini bildirilmiştir. Petrol fiyatlarına bağlı olarak artış veya azalış göstermesi yanıcı olması nedeniyle pek fazla tercih edilmemektedir. Bu nedenle günümüzde çevre dostu olup yaygın olarak bulunabilen, bitkisel esaslı yağlar, ekstraktlar, tanenler, fenoller vs. yönelik koruma maddeleri üzerine araştırmalar yoğunlaşmıştır.

Borik asit ve bezir yağı ile emprenye işlemine tabi tutulan örneklerde emprenye maddesinin odun özellikleri üzerine etkisi incelenmiştir. Test örneklerinde %20' nin altında su alma, kontrol örneklerinde ise %87 oranında su alma belirlemiştir (Temiz vd., 2006). Borik asit ile odun örneklerine emprenye uygulaması yapıldıktan sonra soya, kanola ve bezir yağı ile örneklere birkez daha emprenye işlemi uygulanmıştır. Sonuçlara göre; borun ağaç malzemedен yıkanması geciktirilmiş ve en iyi sonucu bezir yağı ile emprenye edilen örneklerde tespit edilmiştir (Lyon vd., 2007). Bitkisel yağlarla emprenye işlemine tabi tutulan sarıçam diri odunu örneklerinde çürüklük mantarlarının yapmış olduğu degradasyonun retensiyon miktarına bağlı olduğu belirtilmiştir. Emprenye maddesinin malzemeye tutunma miktarı arttıkça mantarın oluşturacağı degradasyonun azalacağı bildirilmiştir (Temiz vd., 2008). Sarıçam diri odununu bitkisel yağlarla emprenye edilmiştir. En az değişim oranını teğetsel yönde 30 dk. sonunda bezir yağı ile emprenye işlemine tabi tutulan örneklerde yaklaşık olarak %1 bulunmuştur (Temiz vd., 2010).

Sarıçam diri odunu bitkisel yağlar ve borik asit ile hazırlanan emprenye maddesi ile emprenye işlemi uygulandıktan sonra belirli aralıklarla su alma oranları incelenmiştir. Düşük retensiyonlu örneklerin su alma oranlarının yüksek retensiyonlu örneklere göre daha fazla çıktığını bildirilmiştir (Demirel, 2018). 3 farklı odun türünü atık yağ kullanılarak basınçsız emprenye yöntemleri ile örneklere uygulamışlardır. Kullanılan yöntemlerden sıcak yağ yöntemleriyle emprenye edilen örneklerin hepsine hidrofobik yüzey özelliği kazandırdığı ve

atık yağın emprenye maddesi olarak kullanıldığında ahşap malzemenin fiziksel özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir. Ayrıca, bitkisel yağlarla muamele edilen yıkanmış sarıçam odunu örneklerinde çürüklük mantarına karşı ağırlık kayıplarının %10-16, yıkanmamış örneklerde ise ağırlık kayıplarının %7-13 arasında olduğu bildirilmiştir (Tomak vd., 2020).

Yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) öz odunlarından metanol ekstraksiyonu ile elde edilen ekstraktif maddelerin mantarlara karşı koruyucu etkinliklerini bazı hazır emprenye maddeleri ile karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucuna göre, öz odunu ekstraktifleri ile emprenye edilmiş kavak ve güney çamı odunlarında mantar gelişimi olmadığı tespit edilmiştir (Smith vd., 1987). Bazı ağaç odun kabuklarından elde edilen aseton ekstraktlarının antifungal etkilerinin bitki patojenleri ve odun çürüklük mantarlarına karşı dayanım özellikleri araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, genel olarak yapraklı ağaç kabuklarının zayıf bir antifungal etki gösterdiğini ifade etmiştir (Mori vd., 1997). Antifungal, insektisit ve antibakteriyel, özellikleri ile bilinen bitki fenollerinin odun koruma etkilerini araştırmak amacı ile yapılan bir çalışmada; doğal dış ortam koşullarında, emprenyeli örneklerin üzerindeki mantar ve böcek degradasyonun kontrol örneklerinde daha az olduğunu; laboratuvar ortamında ise emprenyeli örneklerde larva gelişiminin durduğu gözlemlenmiştir. Mikolojik denemelerde ise %3'lük konsantrasyonların üzerindeki emprenyeli örneklerde yavaşladığı tespit edilmiştir (Şen, 2001).

Lin ve ark. (2007) tarafından yapılan bir çalışma sonucunda, tarçın yaprağı ekstraktları ile emprenye edilen odun örneklerinin çürüklüğe karşı mükemmel bir direnç kazandıklarını tespit edilmiştir. Karaağaç, meşe ve dut odun ekstraktifleri ile gül ve şahtere otu gibi odun olmayan bitkilerden elde edilen ekstraktlar bazı odun örneklerine emprenye maddesi olarak uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kızılbaş ve ıhlamurun, kayın ve akçaağaca göre daha fazla çözelti absorbe ettiği gözlemlenmiştir. Ayrıca ıhlamur örnekleri haricinde ağırlık kayıplarında azalma olduğu belirlenmiştir (Kazemi vd. 2007). Pirolitik biyoyağ ve fenol formaldehit reçinesini formüle ederek, bazı odun örneklerine yüzey maddesi olarak uygulanmıştır. Sonuçlara göre, çürüklük mantarı etkisine maruz bırakılan tüm örneklerin ağırlık kayıplarının azaldığı belirlenmiştir (Mourant vd., 2007).

Karakavak odunu örneklerine uygulanan bezir yağı ile sıcak yağın örnekler üzerindeki bazı fiziksel özellikleri araştırılmıştır. Ağırlık artışı nedeniyle karakavak örneklerinde düşük su alma oranları gözlemlenmiştir (Bazyar vd., 2010). Bitkisel ekstraktların odun koruma etkileri üzerine yapılan araştırmanın sonucunda; mimoza ve kebrako ekstraktlarının iç

mekânda kullanılan ahşaplarda zarar yapan abiyotik ve biyotik faktörlere karşı koruyucu emprenye maddesi olarak kullanılabilceği sonucuna ulaşılmıştır (Yalçın, 2012).

Bitkisel yağlar üzerine yapılan bir başka araştırmada; bitkisel yağların tek başına ahşabı mantar ve böcek tahribatına karşı koruma sağlamadığı bildirilmiştir. Koruma sağlanması için biyositler ile bitkisel yağların birlikte kullanılması ile olumlu sonuçlar elde edilebileceği bildirilmiştir (Tomak ve Yıldız, 2012). Çay bitki ekstraktı ile emprenye işlemine tabi tutulan örneklerde toplam retensiyon miktarları ve % retensiyon oranlarını belirlemiştir. Testler sonucunda çay bitki ekstraktından hazırlanan organik emprenye maddesinin emprenye maddesi olarak kullanılabilceği bildirilmiştir (Atılgan vd., 2013). Bazı ticari bitki özütlerinin antifungal direncini belirlemek üzere yapılan çalışma ise; çam kabuğundan elde edilen ekstraktların, tüm mantar türlerine karşı etkisiz olduğunu ifade etmiştir. Ayrıca, ticari mimoza ve kebracho ekstraktlarının, iç mekânlarda mantarlara karşı alternatif yüzey koruyucu olarak kullanılabilceği gözlemlenmiştir. (Taşçıoğlu vd., 2013). Bazı ağaç türleri bitkisel esaslı renklendirme kimyasalları ile muamele edilerek laboratuvar koşullarında kontrollü bir şekilde termite testine maruz bırakılmıştır. Kayın ve kestane türleri termitten etkilenmezken sarıçam ve ladin kütlelerinde büyük ölçüde azalma olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Taşçıoğlu vd., 2014).

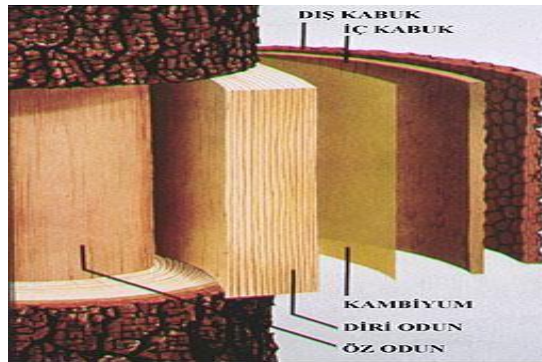
Yapılan bir çalışmada; keratin maddesini daldırma ve püskürtme metodu kullanarak örneklere uygulamıştır. Yapılan testler sonucunda keratin maddesinin ahşap yüzeylerde UV dayanımının zayıf olduğu tespit edilmiştir. Antimikrobiyal aktivite göstermediği gözlemlenmiş olup, keratinin uygulandığı ahşap örneklerde su alma oranlarını en az 7 kat azalttığını, mantar testlerinde ağırlık kaybını %50 oranında düşürdüğü, genişleme ve daralma testlerinde ise olumlu etkileri olduğu tespit edilmiştir (Turan, 2019). Söğütlü ve Sönmez tarafından (2006) yapılan çalışmada; yağ, mum ve parafin ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerde UV ışınlarının renk değişimini önleyici etkisi incelenmiştir. Kullanılan yüzey maddelerinin UV ışınlarına karşı koruma sağlanmadığı fakat minimum renk değişiminin sıvı parafinde elde edildiği gözlemlenmiştir (Söğütlü ve Sönmez, 2006). Bitkisel yağlar ve uçucu yağlar kullanılarak yapılan bir çalışmada mantar çürüklüğüne karşı koruyucu etkisi araştırılmıştır. Odun katran yağı ve dodecanol bileşiğinin mantar çürüklüğünü engelleyici etki gösterdiğini tespit edilmiştir (Kartal vd., 2006). Kanola ve bezir yağı ile emprenye edilen odun örnekleri, çürüklük testi sonrası meydana gelen ağırlık kaybının kontrol örneklerinde %20, test örneklerinde %8 olarak tespit edilmiştir (Spear vd., 2006).

Organik emprenye maddeleri ilgili yapılan çalışmalarda odun koruma maddesi olarak kullanılacak olan bitkisel yağların, ekstraktiflerin, sepi maddelerinin odun yapısı içerisine fiziksel ve kimyasal olarak bağ kurması gerektiği tespit edilmiştir. Yapılan literatür taraması ve daha önceki yaptığımız araştırmalar ve ön denemeler neticesinde ekstraktif maddeler gibi yüzeyde katman oluşturmeyen emprenye maddelerinin iç mekanlarda ve yarı açık alanlarda odun koruma endüstrisinde emprenye maddesi olarak kullanılabilceği anlaşılmıştır.

1.2.5. Ağaç Kabuğunun Önemi

1.2.5.1. Ağaç Kabuğunun Anatomik ve Kimyasal Yapısı

Ağaç kambiyum tabakası, gövdesi, kabuk ve odundan meydana gelmektedir. Kabuk ise iç ve dış kabuk olmak üzere iki kısımdan oluşur. Odunun bileşenleri selüloz, hemiselülozlar ve lignin gibi polimer bileşiklerden oluşmaktadır. Ayrıca odunda az miktarda ekstraktifler olarak bilinen bileşenler de vardır (Papadopoulou, 2005; Gindl ve Teischinger, 2003; Hamad, 2019). Yapı olarak oduna kıyasla daha karmaşık olan kabuk, çok farklı çeşitte hücre tiplerinden meydana gelmiştir. Kabuk, genellikle ince ve fizyolojik olarak aktif iç tabakadan ve âtıl olarak kabul edilen dış kabuktan oluşmaktadır. Kabuk; iç kabuk ve dış kabuk olmak üzere ikiye ayrılmaktadır (Şekil 1). İç kabuk canlı hücrelerden, dış kabuk ölü hücrelerden meydana gelmektedir. Kabuktaki bileşenler birincil ve ikincil büyüme ile oluşmaktadır (Sjöström, 1981). Kabuk; kökü, dalları ve gövdeyi saran kambiyumun dış tabakasıdır. Ağaç kabuğu karmaşık, homojen olmayan bir malzemedir (Howard, 1977; Harkin ve Rowe, 1971). Anatomik olarak tüm bitkisel dokularda bulunmaktadır. Kabuk bir ağacın toplam ağırlığının %10-15'ini oluşturmaktadır (Sjöström, 1981; Fengel ve Wegener, 1983).



Şekil 1. Ağaç Malzemenin Yapısı ([URL 1](#))

Kabuğun yapısında odundan farklı olarak mantar tabakası bulunmaktadır. Mantar tabakası iç kabuğun dışında bulunan mantar kambiyumu veya fellojen adı verilen hücrelerden oluşan bir yapıdır. Mantar dokusu hidroksi asit, lignin ve karbonhidratlardan oluşmakta ve yapısında ekstraktif maddeler bulunmamaktadır (Haman, 2019). Kabuğun yapısında bulunan selüloz ve hemiselülozlar odundaki yapıya benzer özellik göstermektedir. Ancak lignin için aynı şeyi ifade etmek mümkün olmamaktadır. Ekstraktif maddelerden arındırılmış kabukta, standart lignin analizi yanlış sonuçlar verebilmektedir. Bunun nedeni “lignin” olarak adlandırılan kısmın gerçek lignin ve suberize olmuş flobafen, diğer bir deyişle mantar tabakası olmasından kaynaklanmaktadır. Kabuğun kimyasal yapısı, küçültülerek belirli boyutlara getirilmiş kabuk örneklerinin farklı çözücülerle ekstrakte edilmesi sonucunda belirlenebilmektedir (Harkin ve Rowe, 1971; Sjöström, 1981; Hafizoğlu, 1982; (Bozkurt ve Erdin, 2011; Hamad, 2019).

Lignin kaynaklı aromatik bileşikler ve tanenler potansiyel olarak değerli ürünler olarak kabul edilmektedir. Bu aromatik bileşikler kabuk ekstraktiflerinde çok farklı yapıda bulunabilirler, özellikle de lif levha üretimi için biyolojik esaslı yapıştırıcılara dönüşümü ile ilgili olumlu çalışmalarda gelecekte önemli bir rol oynayacağını göstergesidir (Pizzi, 2006; Hamad, 2019). Ladin gibi bazı ağaçların kabukları nispeten ince ve yüksek oranda iç kabuğu içinde bulundururken, douglas göknarı ve sekoya gibi ağaçların kabukları oldukça kalın ve çok yüksek oranda dış kabuğu bünyesinde bulundurmaktadır (Dönmez ve Dönmez, 2013).

Kabuğun kimyasal yapısı incelendiğinde kabuğun heterojen bir yapıda olduğu ve kimyasal yapısının büyük bir çeşitlilik sergilediği ortaya konulmuştur. Kabuğun kimyasal yapısının aydınlatılması çoğu zaman oldukça güç ve elde edilen verilerden anlamsız sonuçların çıkması mümkündür. Kabuğun ağaçtan örnek olarak temin edildiği yer, ağacın yetişme ortamı ve yaşı, doğada kabukta geniş ölçüde farklılıklar olması ve çeşitli kimyasal madde sınıflarını bünyesinde barındırması, kabuğun analizinin yapılmasını güçleştiren nedenler arasında yer almaktadır (Hafizoğlu, 1982; Fengel ve Wegener, 1983; Sjöström, 1981).

Kabuk bileşenleri ile ilgili olarak, biyoaktif bileşenlerin, spesifik karbonhidratların ve biyo-bazlı tutkal üretimi için bulunan bazı hammaddelerin değerlendirilmelerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Bununla birlikte, şimdiye kadar yapraklı ağaç odunları, çoğunlukla tamamen odundan ayrılamayan ince kabukları nedeniyle daha az dikkat çekmiştir. Biyolojik

esaslı malzemelerin çeşitli özellikteki çözücülerle ekstraksiyonu, kullanılan solventlere bağlı olarak özelliklerine göre gruplandırılmış ve geniş bir bileşen yelpazesi sağlamıştır. Kabuk paranzim hücreleri; mantar hücreleri ve lifler gibi gruplara ayrılmaktadır. Kabuk lif yapısı odunun lif yapısına benzer özellik göstermektedir. Mantar hücrelerinin çeperleri suberin monomerlerini içerirken, polifenolik madde grupları diğer fraksiyonda depolanmaktadır (Dönmez ve Dönmez, 2013). Kabukta bulunan çok önemli başka bir bileşen grubu da karbonhidratlardır. Kabuk veya kabuk artıkları, hem bağlı şekerler olarak selüloz veya pektin içinde, hem de kolayca ekstrakte olabilen serbest mono ve oligosakaritler olarak makul miktarda karbonhidrat içerir (Kemppainen vd., 2014).

1.2.5.2. Ağaç Kabuğunun Kullanım Alanları

Ağaç kabuğu; kendine has biyokütlesi, kimyasal bileşimi, tek başına veya başka kimyasallarla etkileşimli olacak şekilde birçok farklı ürün elde etme imkânı sunan, çeşitli materyaller üretmek için umut verici teknolojik bir hammaddedir (Hamad, 2019). Yüksek miktarlarda bulunması nedeniyle, iğne yapraklı ağaç kabukları yüksek kullanıma sahip ilginç bir hammaddedir (Şekil 2). Ağaç kabukları, yetişme yerleri ve şartlarına bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir (Paine vd., 2010).



Şekil 2. Doğal ağaç kabuğu

Kanada 'da yıllık yaklaşık 17 milyon m³ ağaç kabuğu üretildiğini ve bunların yarısından fazlasının yakıldığı veya çürümeye terkedildiği bildirilmiştir (Feng vd., 2013). Yıllık % 10 oranında kullanılan ağaç kabuğu miktarı dünya çapında 359.114.200 m³ 'tür (FAO 2015). Kesilen ağaçtan elde edilen ağaç kabuğunun oranı, ağacın türüne ve çapına bağlı olarak % 5-%28 arasında değişebilmektedir (Sopp ve Kolozs, 2000, Hamad, 2019). Dünya yıllık kabuk üretiminin 300 ile 400 milyon m³ arasında olduğu tahmin edilmektedir.

Odun ve kabuğu, özel kimyasal bileşenleri ve olağanüstü yapıları nedeniyle hammadde olarak büyük bir öneme sahiptir. Ağaç kabukları, gelişmiş teknoloji ile hala kullanılmaktadır (Pászatory vd., 2016, Hamad., 2019).

Ağaç kabuklarının, kızılderililerin huş-kabuğu kanolarından Güney Pasifik'in tapa örtülerine kadar uzanan uzun bir faydalanma geçmişi vardır. Tıpa, lif, tanenler, boyalar, zamklar, reçineler, lateks malzemeleri, gıda maddeleri, tatlandırıcılar, antibiyotikler ve ilaçlar kabuktan elde edilebilir. Ağaç kabuğundan elde edilen diğer geleneksel ürünlerden bazıları ise, akustik toplumlarda sağlık bakımı için kullanılan aromalar, tarçın ve anti-sıtma ilaçlarıdır. Bu bileşiklerin veya bunların yarı sentetik türevlerinin ve analoglarının en umut verici tıbbi uygulamalarının antimikrobiyaller alanında olması muhtemeldir (Ogunwusi, 2013).

Günümüzde ise kabuklar enerji üretimi için sanayi kuruluşlarında yakılmaktadır. Kabuğun bileşenleri arasında bulunan suberinin yağ asitlerinin hidroksi ve epoksi türevleri birden çok uygulamada kullanılmaktadır. Oduna kıyasla daha farklı kimyasal madde grupları kabuk yapısında bulunmaktadır. Kabukla ilgili yapılan çalışmalar kabuğun daha farklı alanlarda alternatif olarak kullanılabileceğini göstermektedir (Dönmez ve Dönmez, 2013).

Ağaç kabuklarının peyzaj alanında kullanımı malçlama tekniği ile mümkün olmaktadır. Malçlama; bitki köklerini ve toprağı istenmeyen çevre faktörlerinden korumak, meyveyi temiz tutmak, erkenci ve toplam verimde artış sağlamak, kaliteyi arttırmak için toprak yüzeyinin organik veya inorganik materyaller ile örtülmesi işlemidir. Organik malç materyaline örnek olarak orman endüstrisinde sıkça bulunan testere talaşı, odun yongası, parçalanmış kabuk ve yaprak verilebilir (Ekinci ve Dursun, 2006). Malçlamanın faydası ise kabuk ile yapıldığında; Toprak zeminindeki rutubetin buharlaşmasını %57-66 oranında azaltır, topraktaki neminin korunmasına ve sürekliliğine yardımcı olur. Böylece su kullanımı ve sulama sıklığını azaltarak maddi kazanç sağlamanın yanı sıra bitkilerin etkin su kullanımı sebebiyle daha iyi büyüme göstermesini sağlar (Koparan, 2015).

Geçmişten günümüze farmakoloji ve tıbbi alanda kullanılan birçok ilacın yapımında bitkiler ve ağaç kabukları kullanılmıştır. Alkaloidler, uçucu yağlar, karbonhidratlar, vitaminler ve antibiyotikler gibi aktif bileşenler, ağaçların canlı birim unsurlarıdır. Geleneksel tıpta, hastalıkları tedavi etmek için çekirge, söğüt, karaağaç, meşe ve kül kabuğu gibi preparatlar kullanılmıştır (Hamad, 2019). Söğüt kabuğunda yapılan araştırmalar sonucunda, yapısındaki etkin maddesinin salisin maddesi olduğu gözlemlenmiştir. Salisilik asitte tüm

dünyada yaygın olarak kullanılan aspirinin aktif maddesi asetilsalisilik, asidin bir bileşenini oluşturmaktadır. Günümüzde ise kullanılan aspirinler sentetik maddelerden elde edilmektedir (Ciesla, 2002; Hamad, 2019). Kırmızı Karaağaç (*Ulmus rubra* L.) ağacının iç kabukları susuzluğu, boğaz ağrısını ve sindirim sistemindeki iltihapları gidermek amacıyla tıpta değerlendirilmektedir (Ciesla, 2002; Hamad, 2019). (*Cinchona ledgeriana* L.) kabuklarından elde edilen kinidin, kalp hastalarında yatıştırıcı veya ritim düzenleyici olarak kullanılmaktadır. Yine aynı ağacın kabuklarından elde edilen kinin, daha malarya paraziti keşfedilmeden önce malaryanın tedavisinde uygulanmaktaydı (Kadir, 1998). Pasifik porsuğu (*Taxus brevifolia* Nutt. L.) kabuklarından elde edilen taxol'un kansere karşı etkili olduğu dünyada kabul görmektedir (Hamad, 2019). Barut ağacı (*Frangula alnus* L.) nın kabuğu ise, antiviral ve antifugal bir müsil görevi görmektedir. African warburgia salutaris'in kabuğu ve yaprağı geleneksel olarak soğuk algınlığı semptomlarını ve öksürükleri iyileştirmek için kullanılmaktadır. Beyaz çiçekli yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia* L.) kabuğunun içeceği yerel olarak hiperasiteyi, kabızlığı ve mide ve bağırsak ülserlerini tedavi etmek için kullanılmaktadır. Kamerun ve Madagaskar'da yetişen Afrika vişne kabuğundan elde edilen öz, yaşlı erkekleri etkileyen prostat sorunlarını önlemek için mükemmel bir ilaç olduğu söylenmektedir (Rosengren vd., 2010; Pásztorly vd., 2016; Hamad,2019).

1.2.5.3.Ağaç Kabuğunun Ahşap Koruma Alanında Değerlendirilmesi

Ahşap malzemeler, geçmişten günümüze kadar biyolojik zararlılar tarafından bozulmaktadır. Bu zararlılar; mantar, küf, çeşitli mikroorganizmalar, böcek ve bakteriler olmakta ve bunların yanı sıra doğal çevrede ahşaba zarar vermektedir. Yağmur, kar, sıcak-soğuk etkisi ve rüzgârlar da ahşaba zarar vermektedir. Bu nedenle ahşabın, bazı koruyucular aracılığıyla empenye edilmesiyle daha uzun süre kullanılması hedeflenmiştir. Geleneksel yöntemlerle kullanılan empenye maddeleri, kimyasal içerdiğinden dolayı bu empenye maddelerine alternatif olabilecek çevre dostu ve çok az miktarda kimyasal içeren veya kimyasal içermeyen empenye maddelerine ihtiyaç duyulmuştur (Özgenç vd., 2016).

Birçok ağaç türünden elde edilen kabuğun yapısında vaks, reçine, tanen ve diğer ekstraktlar gibi zengin bir antioksidan ve antimikrobiyal kaynak barınmaktadır. Tanenler, yapıştırıcı olarak yaygın bir şekilde kullanılmış ve bir süredir ahşap koruyucu olarak da kullanılmaktadır (Mitchell ve Sleeter, 1980; Laks vd., 1988; Lotz ve Hollaway, 1988; Hamad,

2019). Tanen ve tanen türevi bileşiklerle ilgili en önemli sorunlardan birisi, demir klorür ve ahşabın korunmasında kullanılan metalik tuzlar gibi katkı maddelerini kullanarak bunların ahşap içerisinde tutulması için girişimlerde bulunulmuş ancak yapılan işlemlerden sonra ahşaba nüfuz ettirilmesinin zor olduğu anlaşılmıştır (Mitchell ve Sleeter, 1980). Pirolitik yöntemler kullanılarak elde edilen biyo-yağlar gibi kabuktan elde edilen diğer ürünler de ahşap koruyucu olarak test edilmektedir (Suzuki vd., 1997).

Vakslar, reçineler ve fenolik ekstraktlar kabukta yapışkan bileşenler olarak bilinmektedir. Brandt Mangrov (1953) yaptığı bir araştırmada tanen-formaldehit reçinesinin suya dayanıklı güçlü bir yapıştırıcı olduğunu bildirmiştir. Wattle tanen ayrıca su geçirmez yapıştırıcı olarak kabul edilmektedir (Plomley, 1966). Radiata çamı ve ponderosa çamı dâhil olmak üzere çeşitli çam türlerinin kabuklarından elde edilen vakslar ve reçineler, ahşap ürünlerin imalatında bağlayıcı maddeler olarak kullanılmıştır (Anderson vd., 1961; Hall vd., 1960). Kabuğun, ağaçların vasküler kambiyumunun dışındaki ve çevresindeki tüm dokular olduğunu bildirmiştir. Genellikle tipik bir tomruğun % 9-15'ini oluşturduğunu ve oransal olarak miktarının az olmasına rağmen önemli görevler yaptığını bildirmişlerdir. Karmaşık bir anatomiye ve kimyasal bileşime sahiptirler ve üç temel görevi yerine getirirler: 1- yapraklardan ağacın geri kalanına besin taşınımını sağlamak, 2-hassas iç kambiyumun kurumadan korunması ve 3-ağacın orman yangınları, şiddetli rüzgârın neden olduğu mekanik yaralanmalar, fitopatojenler, fitophagous böcekler, daha büyük hayvanların saldırıları vb. gibi çevresel etkenlere karşı korumadır. Odun endüstrisinde odunun işlenmesinde genellikle ağaç kabukları atık olarak görülerek herhangi bir şekilde değerlendirilmez ya da yakıt olarak kullanılır (Zhao, 2013),

Halep çamı yapraklarından ve kabuğundan elde edilen doğal vaksların özellikleri incelenmiş ve bu vakslarla muamele edilen ahşap numuneler hidrofobik özellikler sergilenmiştir. Kabuk ekstraktları iğne ekstraktlarına göre daha fazla hidrofobiklik göstermiştir (Passialis ve Voulgaridis, 1999). Kızılçam (*Pinus brutia* L.) kabuğu özleriyle emprenye edilmiş ahşap yonga levhalar, çürüme direncinde gelişmiş performans göstermiştir (Nemli vd., 2006). Ussuri kavağı (*Populus ussuriensis* L.) 'nın kabuğundan ekstrakte edilen fenolik glukozitlerin, kalınlık artışı gibi olumsuz özelliklere direnç gösterdiği ve levha özelliklerinin antioksidan özelliklere sahip olduğu gösterilmiştir. Tüm bu bileşiklerin ve diğer ağaç türlerinin kabuklarından elde edilen antioksidanların kullanımı, ahşap korumada veya olası kullanımları için araştırmaları devam etmektedir (Zhang vd., 2006). Sahil çamı (*Pinus*

pinaster L.), demir (*Casuarina equisetifolia* L.), mimoza (*Acacia mollissima* L.), kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve göknar (*Abies nordmanniana*) ağaç kabuklarının antifungal etkilerini incelemişlerdir. Sonuçlara göre, ahşap kabuğu ekstraktının antifungal özelliklere sahip olduğunu ve çevre dostu ahşap koruyucuların geliştirilmesinde potansiyel olarak değerlendirilebileceğini kanıtlamışlardır (Özgenç vd., 2016).

Ahşap yüzeyin dış ortam koşullarında korunmasında, ağaç kabuk ekstraktı içeren su bazlı akrilik reçine esaslı yüzey sistemlerinin etkisi incelenmiş ve yapılan bazı dış ortam testi sonuçlarına göre anti-oksidan özelliği yüksek olan Kızılağaç kabuk ekstraktının vernik formülasyonu içerisindeki UV absorber etkisinin yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle; dış mekânda Kızılağaç kabuk ekstraktı içeren verniğin kullanılabileceği bildirilmiştir (Özgenç vd., 2017). Yapılan çalışmaların sonucunda atılan veya yakıt olarak kullanılan ağaç kabuklarının değerlendirilmesi mümkün olabileceği belirtilmiştir. Kabuk ekstraktı içeren yüzey maddelerinin dış mekânlarda kullanımının olabileceği literatürde yer almaktadır. Yakılarak yok edilen ağaç kabuklarının kullanım alanlarının geliştirilmesi için farklı çalışmalar yapılmaktadır.

Ağaç malzeme iç mekânlarda, yarı açık mekânlarda gerekse dış mekânlarda yaygın bir kullanıma sahiptir. Pergola, bahçe mobilyası, ahşap ev ve çit direği dış mekân uygulamalarından bazılarıdır. Herhangi bir işlemle muamele edilmeyen ağaç malzeme, abiyotik faktörlerin etkisinde kalarak değişimlere uğramaktadır. Renk değişimi ile başlayan değişimler ileriki aşamalarda fiziksel, kimyasal ve anatomik yapıda da görülmektedir. Açık hava koşullarının meydana getirdiği bu kompleks değişimleri önleyebilmek amacıyla yaygın olarak yüzeyde film tabakası oluşturan boya ve vernik uygulamaları yapılabilmektedir. Boyalar özellikle güneş ışığına karşı daha etkili bir koruma sağlarlar. Ancak, zamanla çatlaklar, kabarıklar ve soyulurlar. Bu durumda yüzey temizlenerek tekrar boyanmalıdır aksi takdirde mantarlar için uygun ortamlar oluşur. Vernik uygulamalarının ömürleri ise boyalara göre daha kısadır. Yağlar, su iticiler ve örtücü boyalar kısacası derine nüfuz eden maddeler, boya ve verniklerde görülen çatlama ve soyulmaları göstermemektedir. Ancak yüzeyde katman oluşturmeyen maddelerle korunma uygulanması daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Bunun en büyük nedeni basınç altında yapılan işlem sayesinde ahşabın derinliklerine kadar nüfuz ettirilmesidir (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).

Dış mekân uygulamalarında kullanılan bazı emprenye maddeleri vardır. Borik asit (boraks) son dönemde çokça kullanılan emprenye maddesidir. Bor, düşük toksite, mantarlara

ve böceklerle karşı aktivitesi yüksek, düşük maliyetli olduğu gibi işlenen ahşabın rengini ve kokusunu değiştirmemektedir (Archer ve Lebow, 2006). Diğer yaygın koruyucular ise bakır krom arsenat (CCA), amonyak bakır çinko arsenat (ACZA) ve alkali/bakır/kuat (ACQ) olmaktadır. Bunlar suda çözünen emprenye maddeleridir. Bakır bazlı koruyucular ise ahşaba yeşil bir renk verir. Yeşil renk boyama işlemine tabi tutularak çoğu zaman kahverengi boyayla boyanmaktadır (Winandy ve McDonald, 1993). Ahşabın iç mekânda, yarı açık ve açık mekânlarda vazgeçilmez olduğu düşünülürse, uygun yapı tekniklerinin kullanılması ve koruyucu maddelerle muamele edilmesi sonucunda ağaç malzemenin uzun yıllar kullanımını sağlayacaktır (Kılıç ve Hafizoğlu, 2007).



2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ahşap Malzeme

Tez kapsamında verniklerin uygulanması ile yapılacak olan analizlerde sarıçam (*Pinus silvestris* L.) ve doğu ladini (*Picea orientalis* L.) odun türleri kullanılmıştır. Şekil 3’de görüldüğü üzere örnekler test standartlarında belirtilen boyutlarda kesilerek hazırlanmıştır.



Şekil 3. Sarıçam ve ladin odun örneklerinin hazırlanması

2.1.2. Ağaç Kabuğu Temini

Ülkemizde yerli olarak yetiştirilen ve antioksidan etkiye sahip farklı türde ağaç kabukları Türkiye'deki Orman İşletme Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Bu ağaç türleri; Doğu Karadeniz Göknaarı (*Abies nordmannia* L.), Kızılcıçam (*Pinus brutia* L.), Karaçam (*Pinus nigra* L.), Kestane (*Castanea sativa* L.), Meşe (*Quercus pontica* L.), Kızılağaç (*Alnus glutinosa* L.), Sarıçam (*Pinus silvestris* L.), Doğu ladini (*Picea orientalis* L.), Toros Sediri (*Cedrus libani* L.), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* L.) olarak 10 farklı ağaç kabuğudur.

2.2. Yöntem

2.2.1. Yüzey Koruma Maddesinin Hazırlanması

Ağaç Kabuğunun Hazırlanması: Çalışma kullanılacak olan her tür için ağaç kabukları, farklı bölgelerden alınarak karıştırılmıştır. Karıştırılan kabuklar oda koşullarında kurutulmuştur. Sonrasında ise, TAPPI T 257 cm-12 ve TAPPI T 264 cm-07 standartlarına uygun hale getirilmiştir. Daha sonra odun kabukları laboratuvar tipi willey tipi değirmende öğütülmüştür. Ekstraksiyon işlemi için 40 mesh'lik elekten geçip 60 mesh'lik elek üzerinde kalan odun örnekleri kullanılmıştır (Şekil 4).



Şekil 4. Ağaç kabuğunun hazırlanma evreleri

2.2.1.2. Ekstraksiyon İşlemi

Yapılan ön denemeler neticesinde, TAPPI 207-08 standardı modifiye edilerek ağaç kabuklarından maksimum ekstraktın alınacağı bir ekstraksiyon yöntemi geliştirilmiştir. Ekstraksiyon işlemi %1 NaOH çözeltisi içerisinde katı/sıvı oranı 1/5 olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Ağaç kabukları 2 lt'lik erlen mayerler içerisinde ekstrakte edilmiştir. Sıvı kaybını önlemek için erlen mayerlerin üzerine soğutucular yerleştirilmiştir. Bu sayede katı/sıvı oranı korunmuştur. Ekstraksiyon işlemi 100 °C'de sıvının kaynamasını takiben 1 saat boyunca devam ettirilmiştir. Ekstraksiyon işleminin tamamlanmasının ardından örnekler bünher hunisinde filtre kâğıdı yardımıyla süzülerek katı/sıvı ayrımı yapılmıştır. Elde edilen ekstraksiyon sıvısını konsantre hale getirmek için döner evaporatörde 60 °C'de buharlaştırma işlemi yapılmıştır. Elde edilen ekstraktlar kullanılıncaya kadar ağzı kapalı kaplarda 4 °C'de saklanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Yapılan ekstraksiyon işlemi aşamaları

2.2.1.3. Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Tayini

Toplam fenolik madde tayini, oksidasyon-redüksiyon reaksiyonlarına dayanması ve kabuk ekstraktının toplam fenolik madde miktarı ile oksidasyon aktivitesi arasında lineer bir ilişkinin olması nedeniyle, ekstraktın oksidan kapasitesine de ışık tutmaktadır. Ekstraktların oksidan aktiviteleri ise, %2,2-difenil-1-pikril hidrazil (DPPH) radikali yakalama aktivitesi yöntemi ile tayin edilmiştir.

2.2.1.4. Yüzey Koruyuma Maddesinin Hazırlanması ve Odun Örneklerine Uygulanması

Yüzey koruma madde için, evaporatörde su içeriği uzaklaştırılınca ekstraktif maddelerin katı madde miktarı esas alınarak bir çözelti hazırlanmıştır. Ekstraktif çözelti formülasyonu; 5 gr ekstraktif madde (katı madde miktarı), 20 gr PEG 400 (polietilenglikol), 15 gr asetik asit (0.1 mol) ve 60 gr saf su olarak hazırlanmıştır.

Yüzey koruma maddesi, 24 saat ara ile 2 kat fırça kullanılarak ahşap örneklerin hızlandırılmış dış ortam testi için yan ve ön yüzeylere, diğer testler için örneklerin tüm yüzeylerine uygulanmıştır. Her kat uygulaması arasında 24 saatlik kuruma süresi bırakılmıştır (Şekil 6 ve 7). Yüzey koruma işlemi uygulanan odun örnekleri dış ortam testi öncesinde 20 °C sıcaklık %65 bağıl nem içeren koşullarda yaklaşık 2 ay bekletilmiştir.

Yapay dış ortam testi öncesinde her varyasyon için yüzey renk, pürüzlülük, makroskobik ve mikroskobik değerlendirme analizleri yapılmıştır. 10 farklı ekstraktif katkılı yüzey koruma maddesinin uygulandığı test örneklerinden ve kontrol grubundan 4'er adet örnek kullanılmıştır.

Tablo 1. Sarıçam ve ladin örneklerine uygulanan kabuk ekstraktiflerinin kodlanması

Varyasyon Kodu									
A	B	C	D	E	F	G	K	L	S
Kestane	Kızılağaç	Sarıçam	Kızıлчаam	Meşe	Karaçam	Gökmar	Kayın	Ladin	Sedir

Denge rutubet miktarı ve denge rutubet miktarındaki yoğunlukları, su alma ve su iticilik, genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik, liflere paralel basınç direnci testi için hazırlanan test örneklerinde yüzey koruyucu madde tüm yüzeylere uygulanmıştır. Tez çalışmasında yapılan test ve analizler için, kullanılan örnek boyutu ve sayısı Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yapılan çalışmalara ait deneme deseni

Testler	Örnek Boyutları (Radyal*Teget*Lif) (mm)	Örnek Sayısı	Koruma Maddesi Uygulanması	Standart
Renk Değişim Analizi	20*70*130	4	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Ön ve Yan Yüzeyler	ISO/DIS 7724-2
Yüzey Pürüzlülük Analizi	20*70*130	4	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Ön ve Yan Yüzeyler	
Makroskobik Değerlendirme	20*70*130	4	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Ön ve Yan Yüzeyler	ASTM D 662-93 ASTM D 4214-07
Mikroskobik Değerlendirme	20*70*130	4	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Ön ve Yan Yüzeyler	
Tam Kuru Yoğunluk	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	TS 2472
Su Alma Oranı	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	TS-2471 ve TS-4043
Su İticilik Etkisi	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	TS-2471 ve TS-4043
Genişleme Miktarı	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	TS-4083
Genişlemeyi Önleyici Etkinlik	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	TS-4083
Liflere Paralel Basınç Direnci	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	ISO 13061-17
Denge Rutubet Miktarı	20*20*30	10	Fırça ile Sürme Yöntemi 3 Kat Uygulama Tüm Yüzeyler	



Şekil 6. Yüzey koruyucu maddesinin örneklerle uygulanması



Şekil 7. Yüzey koruyucu maddesinin farklı yüzeylere uygulanması

2.2.2. Test ve Analizler

2.2.2.1. Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunlukları

30*20*20 mm (Lif*Teğet*Radial) boyutlarındaki test ve kontrol örneklerinin tam kuru ağırlıkları belirlendikten sonra 16 hafta boyunca $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de %65 bağıl nemde kondüsyonlanmıştır. Yoğunlukları eşitlik (1)'e göre; denge rutubet miktarı (DRM) ise eşitlik (2)'e göre belirlenmiştir.

$$\delta_{\text{drm}} (\text{g/cm}^3) = M/V \quad (1)$$

Bu eşitlikte;

M: Denge rutubet miktarındaki ağırlık (g),

V: Denge rutubet miktarındaki hacim (cm³)

$$\text{DRM (\%)} = [(M_r - M_o) / M_o] \cdot 100 \quad (2)$$

Eşitlikte;

Mr: İklimlendirme odası şartlarında ulaşılan ve değişmeyen rutubetli ağırlık (g),

Mo: Tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir (Şekil 8).



Şekil 8. Denge rutubeti ağırlık miktarı ölçülmesi

2.2.2.2. Su Alma Oranı ve Su İticilik

TS-2471 ve TS-4043 esasları dikkate alınarak (Lif*Teğ*Rad) 30*20*20 mm ölçülerinde tam teğet ve tam radyal örnekler hazırlanmıştır. Su alma oranı ve su iticilik deneyinde kullanılan örnekler genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin belirlenmesinde de kullanılmıştır. Yıkama sonrası örnekler 103±2 °C olan etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek sonrasında desikatörde soğutulmuş, ağırlık ve boyutları ölçülmüş, tam kuru ağırlık değişim yüzdeleri hesaplanmıştır. Hesaplama 3 numaralı eşitlik kullanılmıştır (Kerimoğlu, 2019).



Şekil 9. Yıkanma uygulanan örnekler

$$AD (\%) = \frac{M_s - M_0}{M_0} \times 100 \quad (3)$$

Verilen eşitlikte;

AD: Tam kuru ağırlık değişimi (%),

M_s : Yıkanma sonrası tam kuru ağırlık (g),

M_0 : İlk tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Hava kurusu hale gelmesi sağlanan örnekler 20 °C lik saf suyun içine koyulmuş, üzerine ağırlık konularak suya gömülmeleri sağlanmıştır.

Bütün örneklerin ağırlık ve boyutlarındaki değişimler 6, 24, 48 saat ve 48 saat aralıklar ile toplam 14 gün ölçülerek kaydedilmiştir. Her periyotta ve her örnek için, başlangıçtaki tam kuru ağırlık değerlerine göre su alma oranı hesaplanmıştır. Su alma oranı hesaplamasında 4 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır (Kerimoğlu, 2019):

$$SAO (\%) = \frac{M_n - M_0}{M_0} \times 100 \quad (4)$$

Verilen eşitlikte;

SAO: Su alma oranı (%),

M_n : Örneğe ait 'n' periyodu sonrası ağırlık (g),

M_0 : Tam kuru ağırlık (g) değerlerini ifade etmektedir.

Su iticilik etkisinin hesaplanmasında 5 numaralı eşitlikten yararlanılmış, her periyot sonunda elde edilen değerler birlikte kullanılmıştır:

$$SIE (\%) = \frac{SAOk - SAOd}{SAOk} \times 100 \quad (5)$$

Verilen eşitlikte;

SİE: Su iticilik etkisi (%),

SAOk: Kontrol örneğine ait su alma oranı (%),

SAOd: Deneysel (test) örneğine ait su alma oranı (%) değerlerini ifade etmektedir.

2.2.2.3. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik

Genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik deneyinde, su alma oranı ve su iticilik deneyinde kullanılan örnekler ve ölçüm periyotlarından faydalanılmıştır. TS-4083 esaslarına göre (T.S.E., 1984) örneklerin tam kuru haldeki ölçüleri milimetrenin onda biri hassasiyetle ölçülmüş ve kaydedilmiş, her periyot sonrası aynı ölçümler aynı noktalardan tekrarlanarak 6 numaralı eşitlik doğrultusunda lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı ayrı ayrı hesaplanmıştır (Topaloğlu, 2013):

$$GM (l.t.r.) (\%) = \frac{\ddot{O}_n - \ddot{O}_o}{\ddot{O}_o} \times 100 \quad (6)$$

Verilen eşitlikte;

GM (l.t.r.):Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%),

Ö_n: Örneğe ait 'n' periyodu sonrası lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçü (mm),

Ö_o: Tam kuru lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki ölçüleri (mm) ifade etmektedir.

Tam kuru hacimsel genişleme miktarı; teğet ve radyal genişleme miktarı değerlerinin toplanmasıyla 7 numaralı eşitlik doğrultusunda hesaplanmış, lif yönündeki değerler hesaplama dâhil edilmemiştir (Kerimoğlu, 2019):

$$GM_v (\%) = GM_t + GM_r \quad (7)$$

Verilen eşitlikte;

GM_v: Tam kuru hacimsel genişleme miktarı (%),

GM_t : Teğet yöndeki genişleme miktarı (%),

GM_r : Radyal yöndeki genişleme miktarı (%) değerlerini ifade etmektedir.

Odun bünyesine meydana gelen genişleme miktarının test ve kontrol örneklerinde farklılık gösterip göstermediğini belirlemek, bu sayede yıkanma işleminin çalışma üzerindeki etkilerini değerlendirmek amacıyla; lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri hesaplanmış, hesaplamada 8 numaralı eşitlikten yararlanılmıştır:

$$GET_{(l.f.r)} (\%) = \frac{GM_k - GM_d}{GM_k} \times 100 \quad (8)$$

Verilen eşitlikte;

$GET_{(l.f.r)}$: Lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GM_k : Kontrol örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%),

GM_d : Deney (test) örneğine ait lif yönü, teğet, radyal yönlerdeki genişleme miktarı (%) değerlerini ifade etmektedir.

Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (Şekil 10); teğet ve radyal genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin toplanmasıyla 9 numaralı eşitlik doğrultusunda hesaplanmış, lif yönündeki değerler hesaplama dâhil edilmemiştir:

$$GET_v (\%) = GET_t + GET_r \quad (9)$$

Verilen eşitlikte;

GET_v : Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GET_t : Teğet yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%),

GET_r : Radyal yönündeki genişlemeyi önleyici etkinlik (%) değerlerini ifade etmektedir.



Şekil 10. Genişleme miktarı ölçümü

2.2.2.4. Yapay Dış Ortam Testi (QUV Test)

Ahşap test örnekleri ASTM G 154-16 standardına göre Q-Lab marka QUV cihazında, yapay dış ortam testi yapılmıştır (Şekil 11). ASTM G 154-16 standardına göre ahşap örneklere; 8 saat 313 nm'lik 0.89 w/(m²nm) ve UV ışınından 4 saat 45 °C' de yoğunlaşma oluşan maruziyet döngüsü 480 saat uygulanmıştır. Testin, 24., 48., 120, 200., 290., 380. ve 480. saatlerinde renk ve makroskobik değişim analizi yapılmıştır.



Şekil 11. Cihazda örneklere uygulanan yapay dış ortam testi

2.2.2.4.1. 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. Yapay dış ortam testi için hazırlanan örneklerden 6 farklı noktadan renk ölçümü alınarak bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

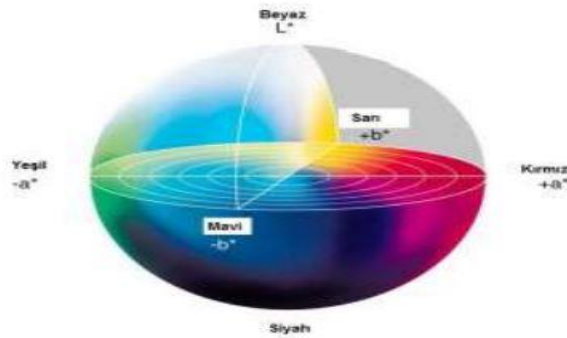
CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi (Şekil 12) üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724). L*: Işık stabilitesi, a* ve b* kromotografik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmaktadır. L*, a* ve b* değerleri, farklı sürelerde dış ortam testine tutulan örneklerde belirlenerek meydana gelen renk değişiklikleri eşitlik 10'e göre belirlenmiştir:

$$\Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2} \quad (10)$$

Düşük ΔE değeri renk değişikliğini veya renk stabilitesini göstermektedir.



Şekil 12. Renk değişim ölçüm cihazı



Şekil 13. CIELab renk sisteminin gösterimi

2.2.2.4.2. Yüzey Pürüzlülük Analizi

Dış ortam testine tabi tutulan ve tutulmayan örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesinde TR100 Surface Roughness Tester cihazı (Şekil 14) kullanılmıştır. Ölçümler KTÜ Orman Fakülte'si Odun Koruma Teknolojisi Laboratuvarında alınmıştır.

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü örnekler üzerinde Ra ve Rz pürüzlülük değerleri ölçülerek ortalamaları hesaplanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. 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; Ra = Ortalama pürüzlülük değeri, Rz = On nokta pürüzlülük değerini ifade etmektedir. Pürüzlülük İndeksi (RI) olarak adlandırılan değişken eşitlik 12'e göre tanımlanmıştır.

$$RI = \frac{Ra_{(s)} - Ra_{(ö)}}{Ra_{(ö)}} * 100 \quad (11)$$

Burada,

$Ra_{(s)}$: Dış ortam koşulları testi sonrasında ortalama pürüzlülük değeri,

$Ra_{(ö)}$: Dış ortam koşulları testi öncesinde ortalama pürüzlülük değerini ifade etmektedir.



Şekil 14. Yüzey pürüzlülük ölçümü

2.2.2.4.3. Yüzey Değişiminin Makroskobik ve Mikroskopik Değerlendirilmesi

Yüzeyine koruma madde uygulanan odun yüzeyleri dış ortam test öncesi ve sonrası ışık mikroskobu altında incelenmiştir. Böylece, ZEISS Stemi 305 ışık mikroskobu ile dış ortam test maruziyeti sonrası odun yüzeyindeki değişim görüntülenmiştir (Şekil 15).

Yapay ortam testine maruz kalan odun test ve kontrol örneklerinin yüzey degradasyonlarının ASTM D 660-93, ASTM D 661-93 ve ASTM D 662-93 standartlarına göre makroskobik değerlendirilmesi yapılmıştır. 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.



Şekil 15. Mikroskop altında yüzey değişiminin değerlendirilmesi

2.2.2.5. Liflere Paralel Basınç Direnci

ISO 13061-17 Standardı esasları doğrultusunda (Lif*Teğet*Radial) 30*20*20 mm ebatlarında deney örnekleri hazırlanmış, her bir gruptaki örneklerin aynı yıllık halka ve kesitten alınmasına önem verilmiş, lif yönünün tam dikey konumda olmasına dikkat edilmiştir (Şekil 16). Hava kurusu örnekler universal test makinesinde basıncın dakikada

250 kp/cm² artacağı şekilde basınç altında bırakılmış, kırılma anındaki kuvvet kaydedilmiştir.

Liflere paralel basınç direncinin hesaplanmasında 13 numaralı eşitlikten faydalanılmıştır (Özgenç, 2014).

$$\sigma\beta = \frac{F_{\max}}{a \times b} \text{ (kp/cm}^2\text{)} \quad (13)$$

Verilen eşitlikte;

$\sigma\beta$: Liflere paralel basınç direnci (kp/cm²),

F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet (kp),

a x b: Örnek enine kesit alanı (cm²) değerlerini ifade etmektedir.



Şekil 16. Liflere paralel basınç direncinin ölçülmesi

2.3. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 22.0 istatistik programı ile % 95 (p<0.05) güven düzeyi esas alınarak değerlendirilmiştir. Test ve kontrol örneklerinin arasında, araştırılan odun özelliklerine ilişkili olarak istatistiksel anlamda bir farklılık olup olmadığı basit varyans analizi kullanılarak tespit edilmiştir. Test ve kontrol arasında ilişkinin incelenmesi için çok yönlü dağılım testi (Duncan, %95) kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Miktarı

10 farklı türde ağaç kabuğunun %1 NaOH içerikli sıcak su ile ekstrakte edilen ekstraktif maddelerin antioksidan aktiviteleri (AA) ve toplam fenol miktarları (TFM) Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Ağaç kabuk ekstraktlarının toplam fenol miktarı ve antioksidan aktivitesi.

Örnek Kodu	Kabuk Türü	TFM (mg-GAE/g-DL)	AA%
A	Kestane	79.79	90.58
B	Kızılağaç	119.71	91.05
C	Sarıçam	56.59	68.94
D	Kızılçam	172.34	88.61
E	Meşe	135.29	89.44
F	Karaçam	178.19	90.94
G	Göknar	49.09	75.47
K	Kayın	35.55	41.46
L	Ladin	86.57	81.52
S	Sedir	46.62	63.61

3.2. Yüzey Koruma Maddesinin Hava Kuruşu Ağırlığa Etkisi

Yüzey koruma maddesinin hava kuruşu ağırlığına etkisi kontrol örnekleri esas alınarak Tablo 4 ve 5'te verilmiştir.

Tablo 4. Yüzey koruma maddesini sarıçam örneklerinin hava kuruşu ağırlıklarına etkisi

Örnek Kodu	Emprenye Öncesi Ağırlık Değişimi	Emprenye Sonrası Ağırlık Değişimi	Hava Kuruşu Ağırlık Değişimi (%)
A	5.56±0.3	5.73±0.3	3.03±0.8
B	5.51±0.3	5.60±0.3	1.74±0.4
C	5.59±0.4	5.68±0.4	1.67±0.5
D	5.47±0.3	5.58±0.3	2.02±0.7
E	5.94±0.5	6.03±0.5	1.59±0.5
F	5.74±0.6	5.83±0.6	1.58±0.6
G	5.58±0.2	5.69±0.2	1.98±0.9
K	5.61±0.2	5.71±0.2	1.79±0.6
L	5.60±0.2	5.73±0.2	2.32±0.7
S	5.74±0.3	5.87±0.3	2.31±0.3

Tablo 5. Yüzey koruma maddesini ladin örneklerinin hava kuru ağırlıklarına etkisi

Örnek Kodu	Emprenye Öncesi Ağırlık Değişimi	Emprenye Sonrası Ağırlık Değişimi	Hava Kuru Ağırlık Değişimi (%)
A	5.21±0.4	5.41±0.4	3.76±0.7
B	5.46±0.4	5.60±0.5	2.51±0.6
C	5.34±0.4	5.49±0.4	2.88±1.1
D	5.45±0.2	5.58±0.2	2.31±0.6
E	5.36±0.4	5.48±0.4	2.27±0.5
F	5.42±0.6	5.55±0.6	2.54±1.0
G	5.21±0.4	5.32±0.4	2.24±0.8
K	5.14±0.6	5.24±0.6	2.00±0.9
L	5.57±0.2	5.67±0.2	1.71±0.4
S	5.42±0.4	5.51±0.4	1.72±0.6

3.2. Yüzey Koruma Maddesinin Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunluklara Etkisi

Sarıçam-ladin odunu test ve kontrol örneklerine ait hava kuru yoğunluk miktarı (δ_0 , g/cm³), tam kuru haldeki ortalama yoğunluk (δ_0 , g/cm³) ve denge rutubet miktarı (%) değerleri Tablo 6 ve Tablo 7'de standart sapmalarıyla birlikte karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 6. Sarıçam test ve kontrol örneklerinin hava kuru yoğunluk, tam kuru haldeki yoğunluk ve denge rutubet miktarı

Sarıçam	Hava Kuru Yoğunluk Miktarı (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk Miktarı (g/cm ³)	Denge Rutubet Miktarı (%)
A	0.44±0.03	0.41±0.03	12.61±0.1
B	0.45±0.02	0.42±0.02	11.53±0.1
C	0.45±0.04	0.43±0.03	11.67±0.1
D	0.45±0.02	0.42±0.02	11.69±0.2
E	0.49±0.04	0.46±0.04	11.64±0.1
F	0.46±0.03	0.44±0.02	11.66±0.4
G	0.45±0.04	0.42±0.04	11.45±0.5
K	0.46±0.0	0.43±0.02	11.98±0.3
L	0.46±0.0	0.43±0.02	11.72±0.2
S	0.47±0.03	0.44±0.02	11.42±0.2
Kontrol	0.45±0.01	0.42±0.01	11.30±0.2

Tablo 7. Ladin test ve kontrol örneklerinin hava kurusu yoğunluk, tam kuru haldeki yoğunluk ve denge rutubet miktarı

Ladin	Hava Kurusu Yoğunluk Miktarı (g/cm ³)	Tam Kuru Yoğunluk Miktarı (g/cm ³)	Denge Rutubet Miktarı (%)
A	0.46±0.03	0.44±0.02	11.42±0.3
B	0.46±0.04	0.42±0.03	12.14±0.4
C	0.43±0.04	0.40±0.03	12.10±0.3
D	0.45±0.02	0.42±0.02	12.24±0.2
E	0.44±0.05	0.41±0.04	12.66±0.4
F	0.44±0.07	0.41±0.05	12.16±0.5
G	0.44±0.02	0.41±0.02	12.42±0.2
K	0.43±0.05	0.39±0.04	12.43±0.5
L	0.46±0.02	0.43±0.02	12.36±0.2
S	0.44±0.03	0.41±0.03	12.34±0.3
Kontrol	0.42±0.03	0.39±0.03	12.34±0.3

3.3. Odunun Dış Ortam Dayanımına Yüzey Koruma Maddesinin Etkisi

3.3.1. Yüzey Renk Değişimi

Test ve kontrol örneklerinde CIELab sistemine göre belirlenen L (ışık yoğunluğu), a ve b kromotografik koordinatları (+a* kırmızı, -a yeşil, +b sarı ve -b mavi) kullanılarak hesaplanmıştır. Tablo 8-9'da yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin test ve kontrol örneklerinde renk değişim ve Duncan homojenlik grupları verilmiştir.

Tablo 8. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam test ve kontrol örneklerinde renk değişim ve Duncan homojenlik grupları (p<0.05)

Ölçüm	24.s				48.s				120.s				200.s			
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A	-1.41	0.95	0.74	1.85	-1.34	1.68	1.41	2.6	0.66	3.61	5.09	6.32	0.42	3.59	5.51	6.62
B	-5.64	2.84	7.61	10.05	-6.86	4.32	8.44	11.77	-7.37	6.21	10.34	15.46	-6.77	6.53	10.75	17.51
C	7.06	1.32	8.04	10.78	8.95	1.46	9.74	13.32	12.49	2.18	13.07	18.21	12.79	2.25	13.04	18.4
D	2.25	1.39	3.8	4.64	4.36	2.17	5.82	7.59	8.57	2.91	10.01	13.5	11.02	2.62	10.9	15.74
E	-1.22	1	0.91	2.09	-1.54	2.41	2.17	3.62	2.21	4.25	6.96	8.65	4.39	4.74	8.71	10.98
F	1.55	0.13	3.28	3.65	3.06	0.11	4.15	5.17	8.76	0.4	7.39	11.47	12.13	0.24	8.05	14.56
G	-0.32	0.29	1.96	2.92	1.95	1.21	4.4	5.01	5.74	1.22	7.61	9.61	7.11	1.2	8.22	10.93
K	1.13	0.06	2.64	2.89	2.34	0.31	3.36	4.15	6.45	0.86	6.37	9.21	9.44	0.08	6.44	11.48
L	11.4	0.74	10.59	15.65	11.99	1.4	11.46	16.73	14.65	1.41	11.86	18.94	20.47	2.39	16.18	26.27
S	3.31	1.72	4.07	5.54	6.41	2.68	7.43	10.17	14.64	3.22	13.89	20.43	16.66	2.79	14.57	22.31
KONTROL	-1.12	0.23	0.8	1.47	-0.49	0.93	1.83	2.14	2.12	2.49	5.03	6.01	5.79	2.99	7.52	9.96

Tablo 8'in devamı

Ölçüm	290.s				380.s				480.s				HOMOJENLİK GRUBU
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
A	1.3	4.3	7.01	8.35	2.83	5.1	9.57	11.26	3.02	5.64	10.27	12.12	A
B	-6.9	6.58	10.64	18.4	-5.62	6.54	10.08	20.86	-5.7	7.11	10.57	21.21	DEF
C	14.68	1.97	13.58	20.1	16.19	1.16	13.02	20.84	16.86	2.1	14.45	22.41	EFG
D	12.23	2.84	12.21	17.54	15.24	2.67	13.6	20.61	15.53	3.31	14.15	21.28	CDEF
E	6.14	4.98	10.31	13.05	10.25	4.97	12.92	17.24	12.51	5.44	14.29	19.77	ABCD
F	14.22	0.2	7.87	16.29	17	0.55	8.15	18.86	18.22	0.79	9.48	20.55	BCDE
G	8.12	1.01	8.57	11.85	10.49	1.23	10.18	14.7	10.6	1.48	10.2	14.78	ABC
K	10.47	0.62	7.22	12.81	11.68	0.89	8.05	14.43	12.47	1.32	8.35	15.39	ABC
L	21.3	2.08	15.65	26.71	21.7	2.14	14.53	26.7	21.65	2.49	15.53	26.98	G
S	19.21	1.28	14.61	24.17	20.81	0.33	14.64	25.45	20.77	1.29	16.16	26.36	FG
KONTROL	7.19	2.96	8.23	11.33	11.11	2.18	8.13	13.98	12.14	2.23	8.95	15.26	AB

Tablo 9. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin testi ve kontrol örneklerinde renk değişim ve Duncan homojenlik grupları ($p < 0.05$)

Ölçüm	24.s				48.s				120.s				200.s			
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A	1.53	0.35	3.56	3.89	3.71	1.50	5.81	7.05	10.19	2.22	10.32	14.68	13.77	1.92	11.53	18.08
B	-1.13	0.68	0.77	1.65	-0.66	1.60	1.45	2.48	2.39	4.82	6.24	8.37	3.78	5.34	7.79	10.33
C	4.44	-0.68	1.99	5.07	6.17	-0.35	2.81	6.82	11.06	0.92	6.91	13.08	14.08	2.07	9.60	17.16
D	0.58	1.04	2.79	3.21	1.73	1.77	4.15	5.00	7.28	2.95	7.62	11.11	9.08	3.52	9.24	13.51
E	-1.28	0.67	0.62	1.58	-0.65	1.72	1.60	2.45	1.58	3.58	4.99	6.34	2.09	4.14	5.98	7.58
F	-10.14	5.53	14.96	18.89	-12.61	7.36	15.48	21.28	-16.41	9.42	14.43	23.8	-17.55	9.73	13.85	24.39
G	8.76	2.92	9.55	13.29	10.52	3.58	11.83	16.26	15.98	4.51	16.05	23.09	18.84	4.47	17.64	26.19
K	0.73	0.86	2.22	2.51	2.79	2.65	5.23	6.51	9.61	3.69	11.18	15.2	14.44	3.53	12.81	19.62
L	0.58	1.04	2.79	3.21	1.73	1.77	4.15	5.00	7.28	2.95	7.62	11.11	9.08	3.52	9.24	13.51
S	1.07	1.50	3.67	4.11	2.94	2.58	6.32	7.44	12.51	3.06	11.32	17.15	14.33	3.43	13.13	19.74
KONT	-1.99	0.41	0.01	2.04	-2.11	1.64	0.65	2.78	-0.02	5.00	4.25	6.58	1.45	6.11	6.39	8.97

Tablo 9'un devamı

Ölçüm	290.s				380.s				480.s				HOMOJENLİK GRUBU
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	
A	16.26	1.84	11.71	20.16	18.87	2.29	14.19	23.73	14.27	2.06	14.27	24.40	B
B	4.81	5.44	8.65	11.40	7.51	6.155	10.84	14.65	11.65	6.37	11.65	15.47	A
C	16.31	1.81	9.82	19.12	22.835	2.125	12.95	26.34	13.64	2.28	13.64	27.22	B
D	12.07	3.09	9.20	15.61	14.92	3.91	11.07	18.99	11.83	3.92	11.83	19.59	AB
E	2.60	4.28	6.84	8.49	4.96	5.14	9.37	11.79	9.85	5.36	9.85	12.20	A
F	-18.28	9.66	13.01	24.43	-20.14	10.43	12.29	25.81	11.44	11.17	11.44	26.83	C
G	20.89	4.19	18.31	28.10	22.94	4.19	19.81	30.60	19.63	4.06	19.63	30.45	C
K	17.01	3.33	13.22	21.83	19.42	3.29	14.01	24.18	15.55	4.23	15.55	24.66	B
L	12.07	3.09	9.20	15.61	14.92	3.91	11.07	18.99	11.83	3.92	11.83	19.59	B
S	15.49	3.69	13.73	21.03	17.66	4.64	16.04	24.31	16.95	4.84	16.95	25.84	AB
KONTROL	4.84	6.72	9.44	12.57	8.96	7.84	13.25	17.84	14.14	8.00	14.14	19.00	A

Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam-ladin test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve basit varyans analizi sonuçları Tablo 10 ve 11'de verilmiştir.

Tablo 10. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)

ΔL Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Δa Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Δb Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	ΔE Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.
B	-5.97	12.36	-22.32	11.09	B	5.47	4.83	-0.03	12.81	B	9.31	4.81	0.63	15.63	B	15.78	9.75	1.64	28.68
C	12.72	3.68	5.90	18.28	C	1.77	0.68	0.77	3.06	C	12.13	2.37	6.98	15.90	C	17.72	4.18	9.17	22.67
D	9.88	5.12	2.09	17.04	D	2.56	0.83	1.09	4.12	D	10.07	3.81	3.72	14.84	D	14.41	6.26	4.56	22.97
E	4.68	5.29	-1.90	12.93	E	3.97	1.69	0.32	6.05	E	8.04	4.99	0.18	15.06	E	10.77	6.40	1.71	20.42
F	10.70	6.35	1.00	19.31	F	0.34	0.30	0.00	0.90	F	6.91	2.21	2.92	9.75	F	12.93	6.32	3.10	21.65
G	6.24	4.07	-1.88	11.76	G	1.09	0.47	-0.31	1.67	G	7.30	3.11	0.31	11.43	G	9.97	4.48	1.93	16.48
K	7.71	4.91	0.83	15.58	K	0.59	1.25	-0.80	3.22	K	6.06	2.23	2.14	9.01	K	10.05	5.08	2.32	17.38
L	17.59	5.81	5.62	22.97	L	1.80	2.05	-0.82	4.77	L	13.68	5.68	4.53	20.23	L	22.57	7.76	7.27	30.83
S	14.54	6.83	1.60	21.97	S	1.90	1.02	0.11	3.28	S	12.19	4.45	2.62	16.59	S	19.20	7.88	3.29	27.03
Kontrol	5.25	5.14	-1.52	13.43	Kontrol	2.00	1.24	-0.03	3.94	Kontrol	5.78	3.23	0.63	9.58	Kontrol	8.59	5.37	1.29	16.78

Tablo 11. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)

ΔL Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Δa Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Δb Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	ΔE Varyasyon	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.
B	3.51	3.61	-1.57	8.61	B	4.34	2.34	0.55	7.55	B	6.77	4.16	0.35	12.87	B	9.19	5.27	1.59	16.70
C	14.04	7.25	3.55	25.25	C	1.17	1.22	-1.06	2.53	C	8.25	4.48	0.41	13.69	C	16.40	8.45	3.73	28.79
D	8.67	5.82	-0.39	16.06	D	2.88	1.31	0.67	4.67	D	7.98	3.28	2.29	12.22	D	12.43	6.21	2.71	19.97
E	2.01	2.33	-1.45	5.11	E	3.55	1.70	0.56	5.82	E	5.61	3.43	0.56	10.73	E	7.20	4.01	1.36	13.20
F	-16.66	3.90	-21.72	-9.81	F	9.04	1.88	5.45	11.28	F	13.64	1.50	10.89	16.07	F	23.63	2.62	18.52	26.87
G	17.26	5.71	6.88	23.32	G	3.99	0.59	2.64	4.91	G	16.11	3.95	8.11	20.26	G	24.00	6.80	10.96	31.20
K	11.80	7.63	0.34	21.68	K	3.08	1.27	0.51	4.58	K	10.60	5.21	1.87	16.65	K	16.36	8.95	1.97	27.63
L	8.67	5.82	1.05	16.06	L	3.39	1.12	1.50	5.01	L	11.59	4.75	3.62	17.01	L	17.08	7.97	4.06	26.02
S	2.99	4.79	-0.39	10.22	S	2.88	1.31	0.67	4.67	S	7.98	3.28	2.29	12.22	S	12.43	6.21	2.71	19.97
Kontrol	11.84	6.78	-2.62	19.15	Kontrol	5.10	2.93	0.33	8.74	Kontrol	6.87	5.49	-0.02	15.06	Kontrol	9.97	6.58	1.49	19.76

Tablo 12. Sarıçam ladin test ve kontrol örnekleri renk değişimi basit varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$)

Faktör	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
Parlaklık	Gruplar Arası	17969.183	21	855.675	24.316	.000
	Grup İçi	10064.094	286	35.189		
	Toplam	28033.277	307			
Yeşil Kırmızı	Gruplar Arası	1096.445	21	52.212	16.949	.000
	Grup İçi	881.041	286	3.081		
	Toplam	1977.486	307			
Mavi Sarı	Gruplar Arası	2618.250	21	124.679	7.894	.000
	Grup İçi	4517.163	286	15.794		
	Toplam	7135.412	307			
Toplam Renk Değişimi	Gruplar Arası	7639.610	21	363.791	8.547	.000
	Grup İçi	12172.768	286	42.562		
	Toplam	19812.378	307			

Tablo 13. Sarıçam ve ladin örnekleri ağaç türü bakımından renk değişimi basit varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$)

Faktör	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
Parlaklık	Gruplar Arası	40.640	1	40.640	.444	.506
	Grup İçi	27992.637	306	91.479		
	Toplam	28033.277	307			
Yeşil Kırmızı	Gruplar Arası	165.494	1	165.494	27.948	.000
	Grup İçi	1811.992	306	5.922		
	Toplam	1977.486	307			
Mavi Sarı	Gruplar Arası	45.669	1	45.669	1.971	.161
	Grup İçi	7089.744	306	23.169		
	Toplam	7135.412	307			
Toplam Renk Değişimi	Gruplar Arası	156.251	1	156.251	2.432	.120
	Grup İçi	19656.126	306	64.236		
	Toplam	19812.378	307			

480 saat yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin odun örneklerinde 10 farklı kabuk ekstraktı uygulanan ve uygulanmayan örneklerde yapılan basit varyans analizi sonuçlarında (Tablo12) %95 güven düzeyinde ΔL , Δa , Δb , ΔE değişimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ladin ve sarıçam ağaç türü bakımından (Tablo 13) incelendiğinde ise, istatistiksel olarak Δa bakımından anlamlı bir fark

bulunmamıştır. ΔL , Δb , ΔE değişim değerleri bakımından ise ağaç türü bakımından anlamlı bir fark tespit edilmiştir.

3.3.2. Yüzey Pürüzlülük Değişimi

Laboratuvar koşullarında düzenlenen yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin ve sarıçam odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değişkenleri (Ra, Rz ve RI) homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 14 ve 15’de verilmiştir.

Tablo 14. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam örneklerinde test öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve varyans analizi testi sonuçları ($p < 0.05$)

Sarıçam	Öncesi		Sonrası		Değişim Oranı		Homojenlik Grubu	
	Ra	Rz	Ra	Rz	RI (Ra)	RI (Rz)	RI (Ra)	RI (Rz)
A	2.76	25.27	1.86	24.42	-32.67	-3.36	C	C
B	3.82	35.44	1.73	20.09	-54.82	-43.31	A	A
C	3.89	32.89	2.21	19.97	-43.14	-39.30	B	A
D	2.69	22.11	2.37	21.47	-11.96	-2.90	E	C
E	3.23	37.24	2.44	23.01	-24.58	-38.22	CD	A
F	2.37	29.59	3.59	29.35	51.35	-0.82	G	C
G	3.14	26.67	2.16	21.69	-30.97	-18.67	C	B
K	2.03	20.47	1.83	15.18	-10.20	-25.81	E	B
L	3.47	27.09	2.90	56.29	-16.33	107.78	DE	F
S	1.92	19.82	1.92	23.15	0.17	16.82	F	E
KONTROL	3.93	38.59	4.38	40.78	11.52	5.66	F	D

Tablo 15. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin örneklerinde test öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve varyans analizi testi sonuçları ($p < 0.05$)

Ladin	Öncesi		Sonrası		Değişim Oranı		Homojenlik Grubu	
	Ra	Rz	Ra	Rz	RI (Ra)	RI (Rz)	RI (Ra)	RI (Rz)
A	3.67	31.37	2.26	22.68	-38.37	-27.71	A	B
B	3.31	28.38	3.19	26.79	-3.65	-5.58	F	D
C	3.61	29.67	2.86	47.83	-20.90	61.24	D	L
D	4.08	33.66	2.73	38.75	-33.10	15.13	B	F
E	3.32	28.57	2.25	29.68	-32.10	3.88	B	E
F	3.03	26.48	2.69	22.64	-11.06	-14.51	G	C
G	3.51	29.79	2.50	20.78	-28.79	-30.27	C	B
K	3.94	40.78	2.50	22.67	-36.60	-44.41	A	A
L	2.75	21.80	2.37	22.41	-13.78	2.79	E	E
S	2.93	25.33	2.51	36.83	-14.51	45.36	E	K
KONTROL	2.05	17.75	2.61	23.23	27.27	30.85	K	G

Tablo 16. Yapay dış ortam testi uygulanan varyasyonlar arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)

Sarıçam	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
RI (Ra)	Gruplar Arası	16519.679	10	1651.968	102.892	.000
	Grup İçi	176.609	11	16.055		
	Toplam	16696.288	21			
RI (Rz)	Gruplar Arası	33553.448	10	3355.345	740.305	.000
	Grup İçi	49.856	11	4.532		
	Toplam	33603.304	21			
Ladin	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
RI (Ra)	Gruplar Arası	7009.844	10	700.984	514.974	.000
	Grup İçi	14.973	11	1.361		
	Toplam	7024.818	21			
RI (Rz)	Gruplar Arası	21831.820	10	2183.182	674.118	.000
	Grup İçi	35.624	11	3.239		
	Toplam	21867.444	21			

Tablo 17. Yapay dış ortam testi uygulanan ağaç türü arasındaki yüzey pürüzlülük farkı değerlerine ilişkin basit varyans analizi sonuçları ($p<0.05$)

	Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
RI(Ra)	Gruplar Arası	176.881	1	176.881	.310	.581
	Grup İçi	23967.770	42	570.661		
	Toplam	24144.651	43			
RI(Rz)	Gruplar Arası	778.009	1	778.009	.583	.449
	Grup İçi	56029.458	42	1334.035		
	Toplam	56807.468	43			

Tablo 16'e göre; istatistiksel olarak pürüzlülük değişim oranlarında yapay dış ortam testi uygulanmış sarıçam ve ladin örneklerinde varyasyonlar arası anlamlı bir fark bulunamamıştır. Tablo 17'e göre önem derecesi (P) 0.05'ten büyük olduğu için odun türü bakımından istatistiksel anlamda farklı bulunmuştur.

3.4. Su Alma Oranı ve Su İttilik Önleyici Etkinlik Değerleri

TS-2471 ve TS-4043 standartlarına uygun hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı (A,B,C,D,E,F,G,K,L ve S) ile yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler farklı sürelerde suda

bekletilmiş ve su alma oranına ait değerler su alma oranı (SAO) eşitlik 4 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 18 ve 19’de verilmiştir. Ayrıca suda bekletilme süresine göre homojenlik grupları Duncan testi ile belirlenmiştir.

Tablo 18. Sarıçam örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%)

Sarıçam		6.s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	40.98	56.27	68.69	76.33	87.11	92.33	98.89	105.52	114.64
	S	2.61	6.06	5.95	5.72	6.35	7.02	7.71	5.82	9.85
B	X	40.10	60.25	68.49	77.41	88.57	96.41	104.98	114.35	118.39
	S	6.31	7.52	7.14	7.13	9.83	15.19	14.07	6.67	7.00
C	X	41.14	59.06	64.60	75.88	88.81	95.79	101.96	113.78	117.88
	S	5.69	5.46	4.83	4.13	21.68	25.46	16.50	13.80	14.28
D	X	41.52	56.08	62.02	72.34	86.74	94.34	104.93	113.44	118.45
	S	3.42	10.54	2.82	3.39	3.37	10.39	8.08	13.70	10.23
E	X	39.90	56.63	65.53	74.55	86.05	95.41	96.24	107.01	110.90
	S	5.67	7.26	7.02	8.46	10.23	28.36	12.28	14.43	15.12
F	X	46.43	59.43	66.15	76.14	86.24	96.74	106.12	120.01	124.38
	S	6.27	8.21	8.47	8.49	25.77	20.72	22.47	10.19	10.37
G	X	39.39	54.70	62.32	70.77	83.88	91.54	97.30	115.56	121.00
	S	3.19	5.81	12.54	4.77	7.54	9.70	14.64	5.93	6.32
K	X	38.86	55.51	64.45	74.74	88.53	96.88	105.57	115.11	120.06
	S	8.38	9.76	16.24	10.40	10.88	24.96	20.54	10.41	10.27
L	X	36.85	58.58	65.26	78.68	88.76	94.43	102.97	113.62	118.58
	S	9.25	2.82	4.40	4.81	5.48	6.41	6.91	7.83	7.78
S	X	32.01	54.46	62.33	72.19	81.44	86.91	93.97	102.83	108.29
	S	5.42	6.03	5.77	6.30	6.79	78.00	7.28	12.96	13.75
KONT	X	51.30	67.82	65.77	75.73	92.26	102.95	112.03	123.38	128.67
	S	4.18	4.30	3.56	4.29	4.64	21.10	4.83	9.10	9.28

Tablo 19. Ladin örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%)

Ladin		6.s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	38.32	58.91	65.44	74.08	85.76	93.55	103.89	113.09	114.08
	S	2.61	6.06	5.95	5.72	6.35	7.02	7.71	8.39	12.52
B	X	41.10	63.16	71.12	78.54	85.92	88.07	92.40	107.07	111.12
	S	6.31	7.52	7.14	7.13	9.83	15.19	14.07	9.39	9.83
C	X	40.93	61.26	68.94	74.28	87.51	92.25	97.30	106.22	112.08
	S	5.69	5.46	4.83	4.13	21.68	25.46	16.50	7.22	8.44
D	X	39.22	55.55	66.79	75.18	85.03	86.58	97.30	104.80	109.81
	S	3.42	10.54	2.82	3.39	3.37	10.39	8.08	4.76	4.30
E	X	42.64	62.54	69.00	77.61	86.78	99.49	98.10	109.65	114.06
	S	5.67	7.26	7.02	8.46	10.23	28.36	12.28	13.75	14.45
F	X	43.58	64.55	72.57	81.61	81.49	91.04	104.94	110.11	410.96
	S	6.27	8.21	8.47	8.49	2.77	20.72	22.47	9.54	5.75
G	X	44.62	63.49	70.92	79.81	94.36	38..43	101.60	114.21	118.52
	S	3.19	5.81	12.54	4.77	7.54	9.70	14.64	8.82	9.12
K	X	44.45	62.21	74.06	80.38	89.86	102.74	104.88	77.11	115.78
	S	8.38	9.76	6.24	0.40	10.88	4.96	0.54	7.17	17.92
L	X	34.94	56.08	64.14	74.01	84.44	90.07	96.99	105.47	106.14
	S	9.25	2.82	4.40	4.81	5.48	6.41	6.91	7.00	13.73
S	X	39.85	58.52	67.09	77.24	87.30	31.16	97.76	108.24	73.72
	S	5.42	6.03	5.77	6.30	6.79	3.00	7.28	8.26	85.45
KONT	X	34.14	50.51	56.66	68.81	81.88	96.32	94.83	108.36	115.03
	S	4.18	4.30	3.56	4.29	4.64	21.10	4.83	6.18	6.90

Tablo 20. Sarıçam örnekleri su alma değerlerine Ait Varyans Analizi Sonuçları ($p < 0.05$)

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	1790.25	10.00	179.03	2.69	0.01
	Grup İçi	3661.32	55.00	66.57		
	Toplam	5451.57	65.00			
24.S	Gruplar Arası	931.22	10.00	93.12	1.41	0.20
	Grup İçi	3637.08	55.00	66.13		
	Toplam	4568.30	65.00			
48.S	Gruplar Arası	436.95	10.00	43.69	1.15	0.35
	Grup İçi	2095.54	55.00	38.10		
	Toplam	2532.49	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	385.56	10.00	38.56	0.80	0.63
	Grup İçi	2640.09	55.00	48.00		
	Toplam	3025.64	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	490.30	10.00	49.03	0.73	0.69
	Grup İçi	3677.68	55.00	66.87		
	Toplam	4167.97	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	1127.33	10.00	112.73	1.15	0.34
	Grup İçi	5384.74	55.00	97.90		
	Toplam	6512.07	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	1828.39	10.00	182.84	0.81	0.62
	Grup İçi	12387.68	55.00	225.23		
	Toplam	14216.07	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	2195.84	10.00	219.58	1.97	0.05
	Grup İçi	6120.99	55.00	111.29		
	Toplam	8316.83	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	1941.31	10.00	194.13	1.68	0.11
	Grup İçi	6360.02	55.00	115.64		
	Toplam	8301.33	65.00			

Tablo 21. Ladin örnekleri su alma değerlerine ait varyans analizi sonuçları (p<0.05)

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	750.92	10.00	75.09	2.20	0.03
	Grup İçi	1875.27	55.00	34.10		
	Toplam	2626.19	65.00			
24.S	Gruplar Arası	1100.74	10.00	110.07	2.22	0.03
	Grup İçi	2730.83	55.00	49.65		
	Toplam	3831.57	65.00			
48.S	Gruplar Arası	1380.05	10.00	138.01	2.09	0.04
	Grup İçi	3623.59	55.00	65.88		
	Toplam	5003.64	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	815.72	10.00	81.57	1.92	0.06
	Grup İçi	2338.92	55.00	42.53		
	Toplam	3154.65	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	770.85	10.00	77.09	0.51	0.88
	Grup İçi	8301.90	55.00	150.94		
	Toplam	9072.75	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	1738.94	10.00	173.89	0.51	0.88
	Grup İçi	18806.05	55.00	341.93		
	Toplam	20544.99	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	1041.61	10.00	104.16	0.57	0.83
	Grup İçi	10055.42	55.00	182.83		
	Toplam	11097.03	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	5974.51	10.00	597.45	0.98	0.47
	Grup İçi	33511.84	55.00	609.31		
	Toplam	39486.36	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	506201.94	10.00	50620.19	1.04	0.42
	Grup İçi	2676017.25	55.00	48654.86		
	Toplam	3182219.19	65.00			

Tablo 20-21’de verilen basit varyans analizi sonuçlarına göre; yıkanma sonrasında deneylerde kullanılan örneklerde yıkanma süreleri dikkate alındığında her iki ağaç türü bakımından 4. günden 14. güne kadar su alma oranı değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Sarıçam örneklerinde sadece 6 saat sonra anlamlı bir fark olmazken ladin örneklerinde 48. saate kadar anlamlı bir fark tespit edilmemiştir.

19*19*19 mm (Lif*Teg*Rad) boyutlarında sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı (A,B,C,D,E,F,G,K,L ve S) ile yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan örnekler farklı sürelerde suda bekletilmiş ve su iticilik etkisine ait değerler su iticilik (SİE) Formül 7 kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 22 ve 23’te verilmiştir. Ayrıca suda bekletilme süresine göre homojenlik grupları Duncan testi ile belirlenmiştir.

Tablo 22. Sarıçam örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su iticilik etkisi oranları (%)

SARIÇAM		6.s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	20.12	17.03	-4.43	-0.79	5.59	10.31	11.73	14.48	10.90
	S	8.81	8.03	5.94	6.56	0.44	2.66	5.62	3.65	4.90
B	X	21.84	11.16	-4.14	-2.22	4.01	6.35	6.29	7.31	7.98
	S	7.77	4.85	5.24	2.18	5.81	3.58	1.79	4.20	9.28
C	X	19.80	12.93	1.78	-0.20	3.75	6.96	8.99	7.78	8.38
	S	1.11	3.76	2.87	8.56	2.34	2.91	4.55	8.43	1.00
D	X	19.07	17.32	5.71	4.48	5.99	8.37	6.35	8.05	7.94
	S	8.75	1.08	5.99	7.82	3.78	0.73	1.91	1.47	7.55
E	X	22.23	16.50	0.37	1.57	6.73	7.32	14.10	13.27	13.81
	S	0.06	3.45	6.11	9.30	3.60	8.19	6.34	1.63	6.74
F	X	9.50	12.38	-0.58	-0.54	6.52	6.03	5.28	2.73	3.33
	S	2.54	6.32	4.48	4.95	8.39	4.24	1.65	0.80	6.01
G	X	23.22	19.35	5.26	6.56	9.08	11.09	13.15	6.34	5.95
	S	0.15	0.67	0.69	6.74	5.64	9.47	3.69	5.76	7.56
K	X	24.25	18.15	2.02	1.31	4.04	5.89	5.77	6.70	6.69
	S	9.26	2.08	7.49	4.79	0.81	9.49	8.48	7.03	4.54
L	X	28.17	13.63	0.78	-3.90	3.79	8.28	8.09	7.91	7.84
	S	9.34	0.12	4.65	6.48	6.11	5.85	1.25	0.91	8.22
S	X	37.60	19.70	5.24	4.68	11.73	15.58	16.12	16.66	15.84
	S	6.88	0.71	0.05	8.49	1.13	1.78	9.16	6.20	1.10

Tablo 23. Ladin odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su iticilik oranları (%)

LADİN		6.s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	-12.26	-16.61	-15.50	-7.67	-4.74	2.88	-9.56	-4.36	0.83
	S	9.62	5.38	8.66	3.17	4.10	0.85	9.94	0.48	8.44
B	X	-20.39	-25.04	-25.53	-14.15	-4.94	8.57	2.56	1.19	3.40
	S	4.85	4.13	2.79	3.62	3.21	9.94	2.36	2.94	3.79
C	X	-19.88	-21.28	-21.68	-7.95	-6.88	4.22	-2.60	1.97	2.56
	S	9.82	5.24	7.88	1.16	4.97	8.46	4.20	0.90	9.17
D	X	-14.90	-9.97	-17.88	-9.26	-3.85	10.12	-2.61	3.28	4.54
	S	4.85	4.39	2.47	3.61	9.99	9.37	9.35	2.16	7.68
E	X	-24.91	-23.81	-21.78	-12.80	-5.99	-3.28	-3.45	-1.19	0.84
	S	1.04	3.95	6.35	3.64	3.04	1.04	3.36	9.64	1.35
F	X	-27.66	-27.79	-28.08	-18.60	0.47	5.49	-10.66	-1.61	3.53
	S	3.54	6.42	6.25	2.67	7.13	3.32	6.66	2.55	8.40
G	X	-30.72	-25.69	-25.18	-16.00	-15.25	-5.14	-7.15	-5.40	-3.03
	S	1.43	0.39	3.26	8.10	3.01	4.81	8.94	4.30	2.13
K	X	-30.22	-23.15	-30.71	-16.82	-9.75	-6.66	-10.60	28.84	-0.65
	S	2.80	9.36	5.53	4.84	5.76	4.07	8.28	1.45	5.76
L	X	-2.35	-11.02	-13.20	-7.57	-3.13	6.49	-2.28	2.67	7.73
	S	1.60	7.62	2.68	1.20	9.60	7.46	4.41	4.84	6.19
S	X	-16.74	-15.85	-18.42	-12.25	-6.63	5.25	-3.09	0.11	35.91
	S	8.24	1.27	7.49	4.15	6.45	8.81	7.61	3.31	2.42

Tablo 24. Sarıçam örnekleri su iticilik etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeıı (P)
6.S	Gruplar Arası	5433.99	9.00	603.78	0.83	0.59
	Grup İçi	36202.40	50.00	724.05		
	Toplam	41636.38	59.00			
24.S	Gruplar Arası	1015.20	9.00	112.80	0.24	0.99
	Grup İçi	23190.17	50.00	463.80		
	Toplam	24205.37	59.00			
48.S	Gruplar Arası	1040.31	9.00	115.59	0.80	0.62
	Grup İçi	7253.43	50.00	145.07		
	Toplam	8293.74	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	685.41	9.00	76.16	0.54	0.83
	Grup İçi	6990.65	50.00	139.81		
	Toplam	7676.05	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	444.97	9.00	49.44	0.30	0.97
	Grup İçi	8164.05	50.00	163.28		
	Toplam	8609.02	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	815.32	9.00	90.59	0.46	0.89
	Grup İçi	9838.89	50.00	196.78		
	Toplam	10654.21	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	1113.03	9.00	123.67	0.44	0.90
	Grup İçi	13908.67	50.00	278.17		
	Toplam	15021.70	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	995.53	9.00	110.61	0.89	0.54
	Grup İçi	6183.42	50.00	123.67		
	Toplam	7178.95	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	752.23	9.00	83.58	0.68	0.72
	Grup İçi	6142.00	50.00	122.84		
	Toplam	6894.23	59.00			

Tablo 25. Ladin örnekleri su iticilik etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	4149.84	9.00	461.09	0.71	0.70
	Grup İçi	32486.03	50.00	649.72		
	Toplam	36635.87	59.00			
24.S	Gruplar Arası	2229.64	9.00	247.74	0.64	0.75
	Grup İçi	19266.04	50.00	385.32		
	Toplam	21495.68	59.00			
48.S	Gruplar Arası	1835.22	9.00	203.91	0.59	0.80
	Grup İçi	17190.27	50.00	343.81		
	Toplam	19025.49	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	916.43	9.00	101.83	0.57	0.81
	Grup İçi	8923.32	50.00	178.47		
	Toplam	9839.75	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	938.83	9.00	104.31	0.35	0.95
	Grup İçi	14775.23	50.00	295.50		
	Toplam	15714.06	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	2121.84	9.00	235.76	0.30	0.97
	Grup İçi	39656.41	50.00	793.13		
	Toplam	41778.25	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	1019.56	9.00	113.28	0.41	0.92
	Grup İçi	13849.87	50.00	277.00		
	Toplam	14869.43	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	4695.17	9.00	521.69	0.87	0.56
	Grup İçi	30117.88	50.00	602.36		
	Toplam	34813.05	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	353699.42	9.00	39299.94	1.05	0.42
	Grup İçi	1873848.34	50.00	37476.97		
	Toplam	2227547.76	59.00			

Tablo 24-25'te sarıçam, ladin örnekleri arasında su iticilikte etkinlik değerlerinde basit varyans analizi sonuçlarına göre deneylerde kullanılan örneklerde yıkanma sonrası, yıkanma süreleri dikkate alındığında istatistiksel bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

3.5. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik Değerleri

TS-2471 ve TS-4043 standartlarına uygun hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı (A.B.C.D.E.F.G.K.L ve S) ile yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri farklı sürelerde suda bekletilerek teğet, radyal ve lif yönünde meydana gelen genişleme

miktarları ($GM_{(l.t.f)}$ (%)) formül 8'e göre hesaplanmış ve Tablo 26-27'de verilmiştir. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 26 ve 27'de verilmiştir.

Tablo 26. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet, radyal, lif yönünde meydana gelen değişim oranları

SARIÇAM		6.sa			24.sa			48.sa			4.gün			6.gün		
		R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L
A	X	2.91	3.33	0.28	4.03	5.20	-0.09	4.37	5.33	0.06	4.52	5.52	0.26	4.52	5.60	-0.13
	S	1.12	0.27	0.43	1.48	0.67	0.24	1.64	0.85	0.45	1.69	0.84	0.78	1.75	0.90	0.18
B	X	3.49	3.26	-0.08	5.46	5.29	-0.15	5.70	5.60	-0.01	6.01	5.93	-0.21	5.98	5.73	-0.17
	S	1.26	1.44	0.19	2.31	1.83	0.03	2.54	2.27	0.36	2.72	2.82	0.23	2.63	2.37	0.11
C	X	3.51	4.32	0.26	5.27	6.28	0.16	5.43	6.64	0.24	5.71	6.77	0.47	5.65	6.73	0.04
	S	0.96	1.21	0.40	1.63	1.63	0.23	1.75	1.63	0.74	1.98	1.71	1.14	1.88	1.63	0.32
D	X	4.16	3.37	-0.03	6.16	4.33	-5.22	6.49	5.38	0.79	6.84	5.15	-0.16	6.79	5.09	-0.23
	S	0.68	0.63	0.16	0.95	1.48	12.41	0.94	1.58	2.59	0.99	1.62	0.36	1.06	1.56	0.11
E	X	12.30	4.55	-5.02	6.26	5.31	0.58	6.92	5.82	-0.13	7.11	6.18	0.00	7.20	5.78	-0.09
	S	19.68	2.73	13.04	1.52	1.88	1.42	1.73	1.98	0.20	1.95	2.98	0.26	1.93	2.29	0.35
F	X	4.72	4.53	0.00	5.79	6.09	-4.95	6.05	6.29	0.41	6.07	6.25	0.05	6.09	6.39	-0.14
	S	1.72	1.12	0.27	1.51	1.92	12.77	1.68	1.88	0.96	1.76	2.15	0.73	1.78	2.24	0.18
G	X	3.98	3.29	0.03	5.61	5.26	-0.09	5.95	4.94	-0.15	6.09	4.98	-0.16	6.14	5.11	0.16
	S	1.62	0.79	0.21	2.38	0.89	0.12	2.56	1.34	0.30	2.69	1.32	0.26	2.59	1.36	0.41
K	X	4.71	3.12	0.08	6.66	4.62	0.11	7.15	4.59	0.05	7.27	4.72	0.06	7.32	4.82	-0.19
	S	0.71	0.84	0.24	1.16	1.45	0.40	1.24	2.05	0.42	1.17	1.84	0.25	1.18	1.81	0.28
L	X	4.29	4.56	-0.08	5.73	5.47	0.32	6.12	6.28	-0.20	7.00	6.06	-0.30	6.05	6.27	-0.30
	S	0.86	1.60	0.40	1.65	2.30	1.03	2.05	1.78	0.21	3.84	1.94	1.31	1.95	1.52	0.29
S	X	3.94	3.78	0.17	5.80	5.28	0.08	6.31	5.43	-0.10	6.34	5.72	-0.29	6.34	5.63	-0.05
	S	1.07	1.27	0.25	1.69	1.69	0.32	1.83	1.98	0.24	3.24	1.52	0.83	1.89	2.34	0.22
KONT	X	5.42	7.16	0.59	5.94	7.54	0.77	5.88	7.17	0.60	6.06	7.21	1.15	6.00	7.16	0.57
	S	1.99	2.64	0.39	2.35	1.94	0.81	2.22	1.94	0.45	4.00	1.70	1.26	2.39	1.93	0.29

Tablo 26'nın devamı

8. gün			10.gün			12. gün			14. gün		
R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L
4.53	5.74	-0.13	4.42	5.76	-0.26	4.47	5.62	-0.18	4.44	5.65	-0.18
1.78	0.71	0.72	1.80	0.84	0.10	1.88	0.92	0.20	1.89	1.01	0.20
5.96	5.92	-0.11	5.97	5.74	-0.39	5.91	5.77	-0.30	5.85	5.63	-0.27
2.67	2.20	0.44	2.66	2.41	0.11	2.76	2.42	0.22	2.77	2.44	0.19
5.60	4.20	-0.72	5.61	4.23	-0.26	5.65	6.84	-0.18	5.55	6.69	0.33
1.92	3.67	1.50	1.94	3.27	0.23	1.93	1.62	0.19	1.93	1.63	1.18
6.71	4.98	0.14	6.77	5.17	-0.39	6.72	5.10	-0.12	6.67	5.02	-0.15
1.00	1.46	1.65	1.00	1.49	0.17	0.99	1.45	0.26	1.01	1.55	0.17
7.04	5.72	0.11	7.14	13.97	-0.18	7.18	6.42	-0.33	7.11	5.71	-0.23
1.96	2.22	1.20	1.98	19.41	0.26	1.93	2.32	0.26	2.04	1.98	0.26
5.70	6.40	0.12	6.21	6.48	-0.15	6.53	5.72	-0.16	6.04	6.26	-0.14
2.11	2.23	0.56	1.77	2.18	0.22	2.15	2.62	0.48	1.81	2.32	0.21
6.05	5.03	-0.29	6.03	4.71	-0.29	5.61	5.69	-0.20	6.10	4.91	-0.01
2.58	1.28	0.30	2.59	1.43	0.21	2.49	3.44	0.24	2.54	1.23	0.29
4.97	4.45	-0.26	7.41	4.80	-0.17	7.63	4.81	0.01	7.36	4.79	-0.07
3.67	1.32	0.23	1.27	1.72	0.22	1.38	1.75	0.34	1.58	2.52	0.35
6.19	6.33	-0.35	6.18	6.37	-0.36	6.13	6.35	-0.39	6.05	6.34	-0.34
2.09	1.52	0.20	2.14	1.68	0.20	2.28	1.69	0.45	2.09	1.68	0.23
6.36	5.53	-0.14	6.35	5.50	-0.23	6.41	5.61	-0.19	6.31	5.91	-0.17
1.74	2.29	0.16	1.95	2.22	0.15	1.94	2.27	0.22	3.41	2.63	0.66
6.24	7.09	0.55	6.05	7.22	0.30	6.04	7.09	0.50	6.01	7.17	0.46
2.31	2.04	0.21	2.38	1.92	0.49	2.51	2.04	0.31	2.35	1.89	0.50

Tablo 27. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet, radyal, lif yönünde meydana gelen değişim oranları

LADİN		R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T	L	R	T
A	X	3.29	1.43	0.22	5.20	5.74	0.12	5.54	6.27	-0.02	5.76	6.33	0.36	5.76	6.45	0.42	5.70	6.22
	S	0.90	1.28	0.83	1.56	2.09	0.35	1.74	2.36	0.38	1.77	2.36	1.34	1.69	2.54	1.25	1.79	2.51
B	X	2.67	1.09	0.02	3.72	5.63	0.01	4.11	5.98	-0.03	4.25	6.23	-4.78	4.19	6.32	0.01	4.15	6.28
	S	0.77	0.26	0.29	1.03	0.99	0.25	1.14	1.15	0.15	4.57	1.18	12.70	1.25	1.11	0.24	1.29	1.10
C	X	3.11	1.01	0.11	4.65	4.24	0.07	5.36	5.02	0.02	3.42	4.77	-5.38	5.27	4.80	0.13	5.84	4.79
	S	0.52	0.34	0.17	1.04	1.26	0.16	1.23	1.86	0.12	3.65	2.27	12.48	1.10	1.58	0.49	1.52	1.48
D	X	2.66	1.05	0.33	3.71	4.45	-5.16	4.12	4.93	0.17	4.29	5.14	0.16	4.24	5.30	0.10	4.42	5.18
	S	0.31	0.19	0.26	0.61	1.50	12.84	0.67	1.86	0.27	0.76	1.73	0.33	0.81	2.34	0.18	0.81	1.86
E	X	2.89	0.90	0.19	3.91	4.91	0.15	4.30	4.94	-5.96	4.46	5.10	0.03	4.51	5.11	0.03	4.41	5.05
	S	0.60	0.36	0.26	1.09	1.56	0.35	1.13	1.33	14.50	1.10	1.53	0.31	1.11	1.38	0.41	1.21	1.47
F	X	3.48	1.02	0.25	5.11	4.70	0.19	5.56	4.70	-0.02	5.92	3.85	0.43	5.83	4.77	-0.03	5.82	4.87
	S	0.75	0.31	0.53	1.19	1.00	0.23	1.32	1.47	0.25	0.62	2.86	0.77	1.43	1.51	0.16	1.48	1.36
G	X	3.55	0.93	0.25	4.69	3.86	-0.06	5.48	4.62	-0.04	4.51	5.33	-0.11	5.57	4.87	0.01	5.59	4.45
	S	1.40	0.53	0.55	1.62	3.99	0.87	2.23	1.34	0.38	1.08	5.12	0.89	2.42	1.54	0.32	2.35	1.55
K	X	2.65	1.49	0.16	4.59	4.46	-0.24	3.68	5.20	-0.06	4.94	4.74	-0.32	3.84	46.18	0.06	4.02	5.37
	S	1.66	0.44	0.40	4.53	1.34	0.29	2.05	1.22	0.13	4.56	1.52	0.29	2.07	20.26	0.41	1.61	1.08
L	X	2.82	8.97	0.07	3.81	5.84	0.42	4.02	6.51	0.17	4.20	6.31	0.23	4.72	6.36	0.07	4.05	6.06
	S	1.13	20.02	0.30	4.55	2.68	0.82	4.70	2.64	0.70	4.80	2.68	0.84	1.75	1.85	0.24	4.72	3.11
S	X	3.63	0.87	0.59	5.08	3.66	-0.08	5.50	4.42	-0.25	5.68	4.04	-0.11	5.23	4.18	0.06	5.88	4.19
	S	0.69	0.33	0.94	1.11	1.66	1.02	1.01	1.75	0.80	1.07	1.67	0.94	1.21	0.99	0.19	0.94	0.95
KONT	X	3.32	1.69	0.86	5.03	5.36	0.75	5.28	5.90	0.77	5.45	6.10	0.80	4.68	6.44	0.81	4.61	6.47
	S	0.72	0.44	0.25	1.65	1.55	0.43	1.60	1.52	0.61	1.59	1.46	0.61	1.25	1.42	0.22	1.27	1.44

Tablo 27'nin devamı

LADİN		R	T	L	R	T	L	R	T	L
A	X	5.77	6.37	-0.35	5.56	6.36	-0.25	5.64	6.20	-0.32
	S	1.84	2.51	0.85	1.75	2.60	0.23	1.84	2.66	0.19
B	X	4.17	6.86	-0.07	4.16	6.16	-0.15	4.02	6.18	-0.26
	S	1.25	2.03	0.99	1.21	1.29	0.18	1.26	1.24	0.18
C	X	5.33	4.74	-0.14	5.37	4.96	-0.04	5.37	4.76	0.01
	S	1.22	1.57	0.26	1.27	1.56	0.16	1.31	1.48	0.18
D	X	4.28	5.62	0.22	4.34	5.16	0.14	4.23	5.22	0.08
	S	0.79	1.68	0.28	0.86	1.74	0.26	0.78	1.76	0.27
E	X	4.56	5.05	0.08	4.47	5.04	0.02	4.40	4.87	0.02
	S	1.39	1.44	0.41	1.25	1.64	0.45	1.15	1.50	0.42
F	X	5.88	4.83	-0.03	5.69	4.70	0.15	5.79	4.87	-0.03
	S	1.44	1.54	0.23	1.42	1.45	0.34	1.44	1.41	0.18
G	X	5.57	4.51	-0.05	5.62	4.50	-0.08	5.59	4.61	-0.19
	S	2.43	1.63	0.40	2.37	1.52	0.35	2.38	1.58	0.49
K	X	4.07	5.39	0.28	3.18	5.44	-0.02	3.77	5.38	-0.11
	S	2.14	1.26	0.42	4.01	1.47	0.49	2.07	1.18	0.21
L	X	4.63	6.40	0.08	4.69	6.46	-0.04	4.62	5.55	-0.03
	S	1.80	1.87	0.23	1.97	1.72	0.28	1.76	3.06	0.28
S	X	5.90	3.97	0.00	6.00	4.19	0.26	6.21	4.15	-0.05
	S	0.96	0.95	0.16	1.02	1.08	0.57	1.37	0.87	0.15
KONT	X	4.64	6.57	1.16	4.64	6.57	0.56	4.59	6.49	0.50
	S	1.23	1.41	0.91	1.29	1.40	0.06	1.31	1.46	0.24

Tablo 28. Sarıçam örnekleri tegetsel yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	29.81	10.00	2.98	1.89	0.07
	Grup İçi	86.58	55.00	1.57		
	Toplam	116.40	65.00			
24.S	Gruplar Arası	27.39	10.00	2.74	0.89	0.55
	Grup İçi	168.68	55.00	3.07		
	Toplam	196.07	65.00			
48.S	Gruplar Arası	33.57	10.00	3.36	0.94	0.51
	Grup İçi	197.36	55.00	3.59		
	Toplam	230.93	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	36.91	10.00	3.69	0.56	0.84
	Grup İçi	359.81	55.00	6.54		
	Toplam	396.73	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	35.07	10.00	3.51	0.90	0.54
	Grup İçi	213.56	55.00	3.88		
	Toplam	248.64	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	31.47	10.00	3.15	0.62	0.79
	Grup İçi	280.74	55.00	5.10		
	Toplam	312.20	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	37.84	10.00	3.78	0.93	0.51
	Grup İçi	222.64	55.00	4.05		
	Toplam	260.48	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	43.29	10.00	4.33	1.00	0.45
	Grup İçi	237.72	55.00	4.32		
	Toplam	281.01	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	36.61	10.00	3.66	0.75	0.68
	Grup İçi	269.30	55.00	4.90		
	Toplam	305.91	65.00			

Tablo 29. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	8.46	10.00	0.85	0.96	0.48
	Grup İçi	48.31	55.00	0.88		
	Toplam	56.78	65.00			
24.S	Gruplar Arası	21.58	10.00	2.16	0.43	0.93
	Grup İçi	276.62	55.00	5.03		
	Toplam	298.20	65.00			
48.S	Gruplar Arası	33.99	10.00	3.40	0.85	0.59
	Grup İçi	220.76	55.00	4.01		
	Toplam	254.75	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	38.51	10.00	3.85	0.48	0.90
	Grup İçi	440.75	55.00	8.01		
	Toplam	479.27	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	27.50	10.00	2.75	1.17	0.33
	Grup İçi	129.09	55.00	2.35		
	Toplam	156.60	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	38.37	10.00	3.84	0.95	0.50
	Grup İçi	221.94	55.00	4.04		
	Toplam	260.31	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	30.75	10.00	3.07	1.24	0.29
	Grup İçi	136.12	55.00	2.47		
	Toplam	166.87	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	42.86	10.00	4.29	1.22	0.30
	Grup İçi	193.43	55.00	3.52		
	Toplam	236.29	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	39.99	10.00	4.00	1.61	0.13
	Grup İçi	136.70	55.00	2.49		
	Toplam	176.69	65.00			

Tablo 30. Sarıçam örnekleri radyal yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	121.11	11.00	11.01	4.92	0.00
	Grup İçi	134.15	60.00	2.24		
	Toplam	255.25	71.00			
24.S	Gruplar Arası	45.68	11.00	4.15	1.42	0.19
	Grup İçi	175.02	60.00	2.92		
	Toplam	220.71	71.00			
48.S	Gruplar Arası	36.30	11.00	3.30	0.97	0.48
	Grup İçi	204.14	60.00	3.40		
	Toplam	240.45	71.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	35.19	11.00	3.20	0.81	0.63
	Grup İçi	236.70	60.00	3.94		
	Toplam	271.89	71.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	33.70	11.00	3.06	0.82	0.62
	Grup İçi	224.55	60.00	3.74		
	Toplam	258.25	71.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	47.22	11.00	4.29	0.99	0.47
	Grup İçi	261.38	60.00	4.36		
	Toplam	308.60	71.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	427.21	11.00	38.84	1.10	0.38
	Grup İçi	2117.97	60.00	35.30		
	Toplam	2545.18	71.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	30.07	11.00	2.73	0.57	0.84
	Grup İçi	287.33	60.00	4.79		
	Toplam	317.40	71.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	34.76	11.00	3.16	0.76	0.67
	Grup İçi	248.01	60.00	4.13		
	Toplam	282.77	71.00			

Tablo 31. Ladin örnekleri radyal yönde genişleme miktarı değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	338.65	10.00	33.87	0.92	0.52
	Grup İçi	2017.35	55.00	36.68		
	Toplam	2356.00	65.00			
24.S	Gruplar Arası	34.33	10.00	3.43	0.88	0.55
	Grup İçi	213.42	55.00	3.88		
	Toplam	247.76	65.00			
48.S	Gruplar Arası	31.11	10.00	3.11	1.03	0.43
	Grup İçi	166.85	55.00	3.03		
	Toplam	197.96	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	47.70	10.00	4.77	0.79	0.64
	Grup İçi	331.57	55.00	6.03		
	Toplam	379.27	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	9083.94	10.00	908.39	22.75	0.00
	Grup İçi	2195.76	55.00	39.92		
	Toplam	11279.70	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	37.17	10.00	3.72	1.23	0.30
	Grup İçi	166.72	55.00	3.03		
	Toplam	203.89	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	54.83	10.00	5.48	1.96	0.06
	Grup İçi	153.97	55.00	2.80		
	Toplam	208.80	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	42.58	10.00	4.26	1.60	0.13
	Grup İçi	146.11	55.00	2.66		
	Toplam	188.69	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	33.30	10.00	3.33	1.07	0.40
	Grup İçi	171.35	55.00	3.12		
	Toplam	204.65	65.00			

Tablo 32. Sarıçam örnekleri boyuna yönde genişleme miktarı ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	2.40	10.00	0.24	1.96	0.06
	Grup İçi	6.74	55.00	0.12		
	Toplam	9.14	65.00			
24.S	Gruplar Arası	277.89	10.00	27.79	0.95	0.49
	Grup İçi	1605.60	55.00	29.19		
	Toplam	1883.49	65.00			
48.S	Gruplar Arası	6.48	10.00	0.65	0.78	0.64
	Grup İçi	45.50	55.00	0.83		
	Toplam	51.99	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	10.85	10.00	1.09	1.75	0.09
	Grup İçi	34.07	55.00	0.62		
	Toplam	44.92	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	3.48	10.00	0.35	5.00	0.00
	Grup İçi	3.83	55.00	0.07		
	Toplam	7.32	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	6.47	10.00	0.65	0.92	0.52
	Grup İçi	38.53	55.00	0.70		
	Toplam	45.00	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	2.17	10.00	0.22	3.90	0.00
	Grup İçi	3.07	55.00	0.06		
	Toplam	5.24	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	3.41	10.00	0.34	3.71	0.00
	Grup İçi	5.06	55.00	0.09		
	Toplam	8.47	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	3.67	10.00	0.37	1.58	0.14
	Grup İçi	12.81	55.00	0.23		
	Toplam	16.48	65.00			

Tablo 33. Ladin örnekleri boyuna yönde genişleme miktarına ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	3.62	10.00	0.36	1.46	0.18
	Grup İçi	13.61	55.00	0.25		
	Toplam	17.23	65.00			
24.S	Gruplar Arası	157.19	10.00	15.72	1.03	0.43
	Grup İçi	840.60	55.00	15.28		
	Toplam	997.78	65.00			
48.sa	Gruplar Arası	202.28	10.00	20.23	1.05	0.42
	Grup İçi	1061.25	55.00	19.30		
	Toplam	1263.53	65.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	276.49	10.00	27.65	0.94	0.50
	Grup İçi	1611.95	55.00	29.31		
	Toplam	1888.44	65.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	3.73	10.00	0.37	1.64	0.12
	Grup İçi	12.50	55.00	0.23		
	Toplam	16.23	65.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	3.78	10.00	0.38	4.75	0.00
	Grup İçi	4.38	55.00	0.08		
	Toplam	8.16	65.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	8.99	10.00	0.90	2.99	0.00
	Grup İçi	16.54	55.00	0.30		
	Toplam	25.53	65.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	2.94	10.00	0.29	2.54	0.01
	Grup İçi	6.37	55.00	0.12		
	Toplam	9.31	65.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	2.81	10.00	0.28	3.75	0.00
	Grup İçi	4.12	55.00	0.07		
	Toplam	6.93	65.00			

Tablo 28-31’de sarıçam, ladin örnekleri arasında genişleme miktarı istatistiksel olarak incelendiğinde ise; sarıçam örneklerinde tegetsel, radyal yönde genişleme miktarlarında su alma testi süreleri boyunca anlamlı istatistiksel fark saptanmamıştır. Boyuna yönde genişleme miktarı varyans analizi sonuçları (Tablo 32-33) incelendiğinde ise ladin örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır.

Sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı (A,B,C,D,E,F,G,K,L ve S) ile yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri farklı sürelerde suda bekletilerek meydana gelen tam kuru hacimsel genişleme miktarları (GM_v (%)) formül 9’e göre hesaplanmış ve Tablo 34-35’te verilmiştir. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 34-35’te verilmiştir.

Tablo 34. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişleme miktarı değişim oranları (%)

SARIÇAM		6. saat	24. saat	48. saat	4. gün	6. gün	8. gün	10. gün	12. gün	14. gün
A	X	6.23	9.23	9.70	10.04	10.13	10.27	10.18	10.09	10.09
	S	5.19	0.59	1.20	9.41	3.49	3.03	1.28	3.41	6.74
B	X	6.74	10.75	11.30	11.94	11.71	11.88	11.71	11.68	11.48
	S	7.94	6.32	1.43	9.03	5.96	9.13	2.98	4.78	5.65
C	X	7.83	11.56	12.07	12.48	12.38	9.80	9.84	12.49	12.25
	S	0.20	8.17	6.59	9.78	1.73	7.01	8.77	4.07	2.39
D	X	7.53	10.49	11.87	11.99	11.88	11.69	11.94	11.82	11.69
	S	2.17	3.02	0.61	9.28	3.24	5.99	7.64	7.24	8.59
E	X	9.17	11.57	12.74	13.29	12.98	12.76	13.21	13.60	12.82
	S	8.81	1.08	2.16	2.93	4.23	9.17	7.85	6.54	3.27
F	X	9.25	11.88	12.34	12.32	12.48	12.09	12.69	12.25	12.30
	S	1.39	0.76	4.53	4.61	0.54	5.89	6.39	6.31	0.07
G	X	7.27	10.87	10.89	11.07	11.25	11.10	10.74	11.30	11.01
	S	6.15	2.95	9.03	1.52	3.50	1.26	5.61	1.02	6.60
K	X	7.83	11.28	11.74	11.99	12.14	9.42	12.21	12.44	12.15
	S	7.66	0.78	2.75	2.30	3.42	7.50	4.85	5.85	7.07
L	X	8.86	11.20	12.39	13.06	12.32	12.52	12.55	12.47	12.40
	S	1.77	6.34	3.69	8.64	2.13	4.20	1.81	2.05	4.70
S	X	7.72	11.08	11.74	12.06	11.97	11.89	11.85	12.02	12.22
	S	6.94	0.92	8.91	5.72	2.67	6.62	5.43	2.87	8.33
KONT	X	12.58	13.48	13.04	13.27	13.16	13.32	13.27	13.13	13.18
	S	2.27	4.59	3.12	3.55	9.78	0.86	3.23	0.61	8.26

Tablo 35. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişleme miktarı değişim oranları (%)

LADİN		6. saat	24. saat	48. saat	4. gün	6. gün	8. gün	10. gün	12. gün	14. gün
A	X	4.72	10.94	11.81	12.09	12.21	11.92	12.13	11.92	11.84
	S	9.57	6.48	1.80	5.25	9.72	5.81	4.14	1.90	1.16
B	X	3.76	9.35	10.09	10.48	10.51	10.43	11.04	10.31	10.20
	S	4.57	2.89	2.80	4.88	8.08	9.00	9.24	5.95	6.01
C	X	4.12	8.89	10.37	8.18	10.07	10.63	10.07	10.33	10.13
	S	8.90	5.05	6.08	3.88	1.86	5.56	5.12	3.97	4.35
D	X	3.71	8.16	9.05	9.43	9.54	9.60	9.90	9.50	9.45
	S	0.76	9.54	6.87	8.05	3.85	0.67	0.15	1.86	3.31
E	X	3.78	8.83	9.24	9.55	9.62	9.45	9.61	9.51	9.27
	S	8.47	0.24	5.33	4.01	6.65	2.11	8.00	2.29	2.70
F	X	4.50	9.81	10.26	9.77	10.60	10.69	10.71	10.39	10.66
	S	8.17	1.14	7.16	0.98	5.32	0.35	1.32	5.39	3.81
G	X	4.47	8.55	10.10	9.84	10.44	10.04	10.08	10.12	10.20
	S	8.13	8.90	2.03	9.53	5.15	9.55	3.45	2.72	3.94
K	X	4.14	9.05	8.87	9.68	7.58	9.39	9.46	8.61	9.16
	S	2.68	7.13	7.10	4.49	8.79	4.13	9.41	4.14	9.00
L	X	11.79	9.65	10.53	10.51	11.08	10.11	11.03	11.15	10.17
	S	3.95	2.57	2.47	9.02	9.57	7.75	0.55	2.96	6.73
S	X	4.49	8.74	9.92	9.72	9.41	10.07	9.87	10.19	10.36
	S	9.97	0.10	2.65	0.26	4.17	0.37	7.40	6.90	5.95
KONT	X	5.01	10.39	11.18	11.55	11.12	11.07	11.21	11.21	11.08
	S	8.52	7.21	4.11	6.77	4.64	9.25	7.00	3.71	3.70

Sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı (A,B,C,D,E,F,G,K,L ve S) ile yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri farklı sürelerde suda bekletilerek radyal, teğet, lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik oranları ($GET_{(t,r)}$ (%)) formül 10'e göre hesaplanmış. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 36 ve 37'de verilmiştir.

Tablo 36. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal, teğet, lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik miktarı değişim oranları (%)

SARIÇAM		6. s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
Radyal Yönde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	46.35	32.14	25.61	25.46	24.56	27.30	26.87	26.10	26.16
	S	14.03	8.54	5.83	4.70	10.68	10.68	13.38	12.45	14.59
B	X	35.61	29.87	7.56	17.20	1.08	15.92	4.32	4.60	6.82
	S	13.39	4.20	12.00	3.03	3.41	7.20	7.13	2.22	6.26
C	X	35.24	30.08	10.42	20.29	6.61	40.72	32.16	6.60	8.08
	S	3.99	3.62	13.55	1.66	9.95	5.75	1.07	8.11	1.13
D	X	23.19	42.60	11.19	28.09	15.84	29.65	17.07	15.68	16.91
	S	4.02	7.69	14.19	0.83	14.19	8.40	9.21	6.26	9.40
E	X	14.69	29.61	14.18	13.71	19.27	4.35	2.65	-6.07	-5.57
	S	1.58	5.71	10.88	8.40	12.73	4.56	11.29	9.52	13.42
F	X	12.78	23.29	19.58	15.29	0.12	-0.73	0.36	0.43	0.00
	S	11.64	13.71	8.20	4.11	12.90	5.79	2.43	0.30	14.20
G	X	39.25	30.27	18.45	30.46	15.51	28.73	24.46	7.28	18.74
	S	8.21	0.10	6.57	2.65	9.08	4.64	10.79	3.01	9.03
K	X	42.39	38.75	24.23	34.09	20.31	37.15	23.04	20.47	20.72
	S	14.35	7.68	5.17	0.10	1.27	14.48	5.58	3.26	1.96
L	X	20.70	27.49	15.38	12.62	0.11	0.94	0.82	-1.32	-0.21
	S	5.69	7.96	6.82	7.74	6.12	9.04	2.50	13.07	13.66
S	X	30.20	23.08	10.36	20.13	6.92	11.95	11.79	7.25	2.18
	S	9.22	0.39	5.97	6.98	8.18	2.03	6.55	2.82	2.46
Teğet Yönde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	53.53	31.12	25.61	23.42	21.79	19.00	20.25	20.64	21.19
	S	7.82	7.33	4.89	9.57	1.45	3.70	4.55	0.98	6.81
B	X	54.53	6.99	20.93	20.63	20.70	16.57	18.94	18.09	17.48
	S	14.92	1.28	3.45	1.88	9.65	1.36	2.58	4.52	0.03
C	X	39.65	-6.93	-7.88	-8.56	6.73	6.92	20.89	5.32	5.54
	S	0.23	2.00	10.18	12.49	5.61	3.84	13.14	1.41	8.23
D	X	52.95	15.94	9.91	-4.90	-9.73	-11.57	4.45	6.89	5.82
	S	1.64	9.76	7.26	11.04	1.61	10.43	5.68	0.70	10.96
E	X	36.44	19.21	6.55	0.33	-14.05	-17.11	-0.73	0.57	-0.35
	S	7.35	13.75	6.97	8.06	13.56	6.62	14.62	1.27	8.07
F	X	36.75	-3.72	-6.34	-0.23	11.56	12.79	8.51	9.57	11.70
	S	5.09	8.31	0.65	1.44	0.98	11.36	4.51	6.13	14.73
G	X	44.42	4.52	17.47	2.39	0.61	14.91	14.96	21.23	13.88
	S	6.99	2.54	2.38	8.65	9.41	0.40	6.13	14.42	4.47
K	X	34.17	0.83	-13.38	-16.55	-1.34	-1.36	-4.58	-5.69	-3.92
	S	6.93	12.30	0.03	2.09	4.89	2.77	9.75	7.81	14.34
L	X	36.30	2.46	12.89	13.20	-12.32	-5.20	10.11	12.12	10.45
	S	0.28	8.57	0.10	9.97	4.18	2.57	3.13	6.54	13.86
S	X	44.92	10.19	12.45	12.24	1.62	-5.67	10.45	11.19	10.91
	S	12.81	6.49	5.99	13.32	12.41	9.95	7.14	2.02	2.25
Lif Yönünde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	53.37	112.04	89.74	77.63	123.14	123.70	187.58	136.09	138.39
	S	5.16	14.31	10.16	0.86	10.51	12.69	13.31	13.12	12.12
B	X	101.30	102.16	100.10	102.96	102.83	101.54	170.60	200.70	152.69
	S	12.55	10.98	3.86	10.72	2.43	7.48	5.75	2.13	1.21
C	X	95.64	97.77	96.05	93.41	99.26	110.03	137.22	131.31	34.10
	S	4.00	6.22	6.84	14.24	0.62	6.04	10.19	4.12	12.59
D	X	100.54	102.76	86.91	102.28	103.75	98.04	102.06	120.24	129.57
	S	5.08	7.44	10.90	7.64	10.27	6.09	1.27	7.03	10.62
E	X	95.12	91.87	102.23	100.00	101.54	98.52	132.57	142.73	146.50
	S	11.55	1.30	3.47	12.02	10.50	12.31	5.75	6.44	7.58

Tablo 36'nın devamı

F	X	100.08	96.51	93.24	99.26	102.28	98.37	127.06	153.72	128.35
	S	9.95	1.15	1.48	10.49	4.58	14.45	12.05	2.94	9.60
G	X	99.53	101.23	102.48	102.25	97.37	103.99	152.30	166.88	102.28
	S	11.96	7.68	10.92	4.69	12.53	4.13	6.82	3.29	11.12
K	X	98.69	98.45	99.25	99.22	103.18	103.61	131.08	97.84	114.16
	S	2.17	9.33	13.71	11.02	14.02	2.59	11.87	9.88	8.77
L	X	101.27	95.54	103.39	104.26	104.92	104.93	166.50	230.28	166.88
	S	5.29	6.16	11.30	12.64	10.81	6.76	14.45	7.57	9.79
S	X	97.20	98.91	101.65	104.09	100.81	102.00	142.23	165.04	133.55
	S	1.48	11.80	6.06	10.98	9.25	12.25	11.31	1.02	6.79

Tablo 37. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı radyal, teğet, lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik miktarı değişim oranları (%)

LADİN		6. s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
Radyal Yönde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	15.48	-3.54	-4.85	-5.64	-23.06	-23.61	-24.16	-19.76	-22.75
	S	13.67	5.88	8.47	11.91	9.28	11.54	2.89	5.29	1.05
B	X	35.63	26.06	22.20	21.95	10.40	10.02	10.13	10.47	12.48
	S	7.90	7.05	14.78	4.56	4.28	0.96	10.05	11.96	8.62
C	X	40.31	15.64	-1.45	-1.30	-2.60	-3.91	-2.07	-6.80	-3.62
	S	3.54	9.21	6.72	2.61	8.74	10.53	0.58	1.40	2.56
D	X	38.03	26.09	21.90	21.36	9.33	4.01	7.74	6.62	7.83
	S	2.41	9.16	10.09	2.04	1.06	2.98	0.34	11.82	10.06
E	X	46.97	22.16	18.63	18.25	3.49	4.43	1.83	3.82	4.31
	S	2.40	10.03	1.06	5.19	5.79	7.02	4.49	10.95	13.90
F	X	39.78	16.49	10.98	29.36	-1.96	-5.65	-4.01	-1.20	-6.02
	S	2.89	7.07	11.17	2.18	12.44	12.03	2.59	1.27	2.99
G	X	45.28	23.20	12.49	17.24	4.10	3.40	2.79	3.00	-0.36
	S	5.47	9.51	13.09	0.95	4.35	5.27	4.47	14.00	5.86
K	X	11.67	11.26	30.36	13.03	20.06	12.70	12.42	31.62	17.91
	S	0.06	5.00	2.47	6.56	8.20	10.57	9.66	14.66	7.07
L	X	-16.79	24.18	23.87	22.91	12.25	0.97	0.22	-0.95	-0.48
	S	10.67	14.51	5.18	10.86	0.41	1.56	3.06	9.67	6.29
S	X	48.72	27.18	16.29	25.87	10.65	9.10	14.51	9.78	9.66
	S	1.06	7.49	6.77	2.91	10.96	1.27	2.07	12.79	2.87
Teğet Yönde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	0.92	-6.99	-6.31	-3.86	-0.17	3.79	3.08	3.23	4.47
	S	3.43	9.31	3.86	8.57	4.88	10.30	10.10	0.64	12.45
B	X	19.44	-4.99	-1.39	-2.17	1.91	2.79	-4.49	6.26	4.80
	S	13.33	3.83	0.64	11.68	4.14	1.88	7.67	2.99	7.09
C	X	6.19	13.34	14.98	21.84	18.22	9.66	18.78	18.25	17.28
	S	12.66	9.93	1.08	13.09	3.90	3.11	4.76	14.59	4.38
D	X	19.72	17.11	16.46	15.68	17.75	19.94	14.44	21.44	19.60
	S	2.54	3.44	7.37	8.24	8.02	11.58	13.10	5.52	10.39
E	X	12.97	8.37	16.25	16.39	20.70	21.93	23.11	23.26	24.95
	S	2.98	7.87	2.16	1.80	1.92	1.94	4.08	12.23	1.91
F	X	-5.01	4.67	5.86	2.94	9.49	9.97	10.49	13.34	10.73
	S	1.56	12.52	8.08	0.23	2.13	11.53	11.49	2.61	0.26
G	X	-6.88	12.55	7.14	12.62	13.43	13.54	15.19	14.43	13.86
	S	13.46	4.00	11.50	10.61	10.62	11.71	10.07	1.12	5.26
K	X	20.20	14.37	11.93	18.92	10.40	16.98	17.89	17.24	17.05
	S	9.53	10.67	13.42	0.97	12.93	9.58	7.63	5.23	2.80

Tablo 37'nin devamı

L	X	-10.50	-8.86	-10.31	-3.40	1.28	6.23	2.55	1.64	14.47
	S	6.47	2.67	11.62	3.91	1.36	5.15	3.65	3.42	7.86
S	X	-9.34	5.34	6.80	6.88	8.83	9.04	10.20	8.64	4.37
	S	5.97	11.83	5.95	6.19	9.26	7.48	5.99	12.57	5.06
Lif Yönünde Genişlemeyi Önleyici Etkinlik (%)										
A	X	74.98	84.20	102.89	55.62	47.82	139.88	129.87	145.82	164.04
	S	6.84	3.35	12.01	3.93	8.79	8.45	1.27	12.43	13.26
B	X	97.90	99.16	103.53	91.34	99.23	126.55	105.83	126.72	152.86
	S	2.79	12.53	2.32	9.05	5.60	5.67	4.44	1.05	9.52
C	X	87.21	90.37	97.84	63.82	84.32	102.34	112.37	107.90	97.77
	S	3.55	9.35	2.97	9.30	5.18	7.64	1.60	3.82	11.69
D	X	62.06	90.61	77.67	79.98	87.70	97.65	80.85	75.09	84.52
	S	5.15	3.92	8.01	8.99	5.87	7.33	10.67	7.78	0.62
E	X	77.55	79.85	96.09	96.42	95.74	98.23	93.19	96.70	96.41
	S	14.61	13.79	12.55	8.57	8.82	10.68	11.37	2.38	2.92
F	X	70.44	74.71	102.81	86.65	103.37	103.81	102.83	73.05	106.57
	S	5.97	0.03	8.52	12.10	9.34	10.12	10.31	4.57	14.01
G	X	71.55	107.62	104.87	113.93	98.62	112.28	104.20	114.65	138.23
	S	0.63	0.04	2.13	14.49	5.05	12.18	4.64	7.30	12.24
K	X	81.49	111.68	107.88	108.46	92.57	87.54	75.77	102.87	121.97
	S	7.18	14.75	10.53	0.13	0.13	9.67	4.42	11.14	10.25
L	X	92.18	43.06	77.93	71.86	91.01	106.06	93.22	106.73	106.36
	S	11.46	3.24	1.00	14.14	10.01	2.47	7.56	10.27	9.52
S	X	32.06	110.66	111.98	113.41	93.12	105.36	99.98	52.42	109.84
	S	2.20	9.38	1.77	12.98	6.84	9.09	3.74	11.09	3.50

Tablo 38. Sarıçam örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.sa	Gruplar Arası	8350.00	9.00	927.78	0.46	0.90
	Grup İçi	101416.19	50.00	2028.32		
	Toplam	109766.19	59.00			
48.sa	Gruplar Arası	10829.19	9.00	1203.24	0.33	0.96
	Grup İçi	183284.65	50.00	3665.69		
	Toplam	194113.83	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	28803.39	9.00	3200.38	0.05	1.00
	Grup İçi	3386498.21	50.00	67729.96		
	Toplam	3415301.60	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	12771.58	9.00	1419.06	0.34	0.96
	Grup İçi	210277.06	50.00	4205.54		
	Toplam	223048.64	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	10815.46	9.00	1201.72	0.39	0.93
	Grup İçi	152607.21	50.00	3052.14		
	Toplam	163422.67	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	13687.89	9.00	1520.88	0.39	0.93
	Grup İçi	193389.31	50.00	3867.79		
	Toplam	207077.21	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	17477.07	9.00	1941.90	0.42	0.92
	Grup İçi	229213.78	50.00	4584.28		
	Toplam	246690.85	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	14101.74	9.00	1566.86	0.32	0.97
	Grup İçi	245793.82	50.00	4915.88		
	Toplam	259895.56	59.00			

Tablo 39. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.sa	Gruplar Arası	7087.30	9.00	787.48	0.57	0.81
	Grup İçi	68995.41	50.00	1379.91		
	Toplam	76082.71	59.00			
24.sa	Gruplar Arası	7225.09	9.00	802.79	0.23	0.99
	Grup İçi	171705.29	50.00	3434.11		
	Toplam	178930.39	59.00			
48.sa	Gruplar Arası	10684.39	9.00	1187.15	0.43	0.91
	Grup İçi	137933.10	50.00	2758.66		
	Toplam	148617.49	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	10057.22	9.00	1117.47	0.23	0.99
	Grup İçi	244272.61	50.00	4885.45		
	Toplam	254329.83	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	12718.43	9.00	1413.16	0.79	0.62
	Grup İçi	89123.51	50.00	1782.47		
	Toplam	101841.94	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	19974.93	9.00	2219.44	0.86	0.56
	Grup İçi	128584.85	50.00	2571.70		
	Toplam	148559.78	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	14589.84	9.00	1621.09	0.86	0.57
	Grup İçi	94125.68	50.00	1882.51		
	Toplam	108715.51	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	28425.66	9.00	3158.41	1.59	0.14
	Grup İçi	99320.61	50.00	1986.41		
	Toplam	127746.27	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	20066.83	9.00	2229.65	0.97	0.47
	Grup İçi	114627.85	50.00	2292.56		
	Toplam	134694.68	59.00			

Tablo 40. Sarıçam örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.S	Gruplar Arası	3551.90	9.00	394.66	0.55	0.83
	Grup İçi	35961.54	50.00	719.23		
	Toplam	39513.44	59.00			
24.S	Gruplar Arası	3296.79	9.00	366.31	0.33	0.96
	Grup İçi	55728.42	50.00	1114.57		
	Toplam	59025.21	59.00			
48.S	Gruplar Arası	5354.87	9.00	594.99	0.40	0.93
	Grup İçi	74573.96	50.00	1491.48		
	Toplam	79928.84	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	5212.13	9.00	579.13	0.47	0.89
	Grup İçi	61669.92	50.00	1233.40		
	Toplam	66882.05	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	5407.07	9.00	600.79	0.36	0.95
	Grup İçi	84366.68	50.00	1687.33		
	Toplam	89773.74	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	11117.76	9.00	1235.31	0.73	0.68
	Grup İçi	84387.33	50.00	1687.75		
	Toplam	95505.09	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	128850.63	9.00	14316.74	1.03	0.43
	Grup İçi	698037.49	50.00	13960.75		
	Toplam	826888.12	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	5703.63	9.00	633.74	0.30	0.97
	Grup İçi	107349.55	50.00	2146.99		
	Toplam	113053.18	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	5764.31	9.00	640.48	0.30	0.97
	Grup İçi	105774.18	50.00	2115.48		
	Toplam	111538.49	59.00			

Tablo 41. Ladin örnekleri teğetsel yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.sa	Gruplar Arası	1129888.32	9.00	125543.15	0.93	0.51
	Grup İçi	6741201.75	50.00	134824.04		
	Toplam	7871090.07	59.00			
24.sa	Gruplar Arası	6767.08	9.00	751.90	0.30	0.97
	Grup İçi	124849.25	50.00	2496.99		
	Toplam	131616.34	59.00			
48.sa	Gruplar Arası	6424.92	9.00	713.88	0.60	0.79
	Grup İçi	59038.33	50.00	1180.77		
	Toplam	65463.25	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	10496.62	9.00	1166.29	0.46	0.89
	Grup İçi	125937.89	50.00	2518.76		
	Toplam	136434.51	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	2597654.61	9.00	288628.29	13.97	0.00
	Grup İçi	1032743.91	50.00	20654.88		
	Toplam	3630398.52	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	7185.33	9.00	798.37	0.77	0.65
	Grup İçi	51999.74	50.00	1039.99		
	Toplam	59185.07	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	12045.31	9.00	1338.37	1.34	0.24
	Grup İçi	49854.44	50.00	997.09		
	Toplam	61899.75	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	8558.75	9.00	950.97	0.99	0.46
	Grup İçi	48086.80	50.00	961.74		
	Toplam	56645.55	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	6281.68	9.00	697.96	0.54	0.84
	Grup İçi	64292.86	50.00	1285.86		
	Toplam	70574.54	59.00			

Tablo 42. Sarıçam örnekleri boyuna yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.sa	Gruplar Arası	713082,42	9,00	79231,38	0,34	0,96
	Grup İçi	11766720,31	50,00	235334,41		
	Toplam	12479802,73	59,00			
24.sa	Gruplar Arası	143394913,05	9,00	15932768,12	0,91	0,52
	Grup İçi	873300778,89	50,00	17466015,58		
	Toplam	1016695691,94	59,00			
48.sa	Gruplar Arası	1314940,93	9,00	146104,55	1,09	0,39
	Grup İçi	6717703,86	50,00	134354,08		
	Toplam	8032644,79	59,00			
4. GÜN	Gruplar Arası	180589,23	9,00	20065,47	0,91	0,52
	Grup İçi	1101994,61	50,00	22039,89		
	Toplam	1282583,84	59,00			
6.GÜN	Gruplar Arası	92703,20	9,00	10300,36	1,10	0,38
	Grup İçi	469419,67	50,00	9388,39		
	Toplam	562122,87	59,00			
8. GÜN	Gruplar Arası	130512,73	9,00	14501,41	0,65	0,75
	Grup İçi	1120708,50	50,00	22414,17		
	Toplam	1251221,23	59,00			
10.GÜN	Gruplar Arası	71857,30	9,00	7984,14	0,41	0,93
	Grup İçi	979647,21	50,00	19592,94		
	Toplam	1051504,50	59,00			
12.GÜN	Gruplar Arası	113889,95	9,00	12654,44	0,52	0,85
	Grup İçi	1220660,14	50,00	24413,20		
	Toplam	1334550,08	59,00			
14. GÜN	Gruplar Arası	986962,41	9,00	109662,49	1,05	0,42
	Grup İçi	5238467,17	50,00	104769,34		
	Toplam	6225429,58	59,00			

Tablo 43. Ladin örnekleri boyuna yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerine ait varyans analizi sonuçları

		Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
6.sa	Gruplar Arası	13946.34	9.00	1549.59	0.49	0.87
	Grup İçi	157947.87	50.00	3158.96		
	Toplam	171894.21	59.00			
24.sa	Gruplar Arası	6357817.73	9.00	706424.19	1.14	0.35
	Grup İçi	30954728.51	50.00	619094.57		
	Toplam	37312546.24	59.00			
48.sa	Gruplar Arası	1693857.45	9.00	188206.38	1.02	0.44
	Grup İçi	9239254.89	50.00	184785.10		
	Toplam	10933112.34	59.00			
4. GÜN	Gruplar Arası	1513523.12	9.00	168169.24	0.75	0.66
	Grup İçi	11144059.63	50.00	222881.19		
	Toplam	12657582.75	59.00			
6.GÜN	Gruplar Arası	7441.19	9.00	826.80	0.26	0.98
	Grup İçi	157345.00	50.00	3146.90		
	Toplam	164786.19	59.00			
8. GÜN	Gruplar Arası	25814.26	9.00	2868.25	1.27	0.28
	Grup İçi	113009.72	50.00	2260.19		
	Toplam	138823.97	59.00			
10.GÜN	Gruplar Arası	25609.31	9.00	2845.48	0.67	0.74
	Grup İçi	213549.42	50.00	4270.99		
	Toplam	239158.73	59.00			
12.GÜN	Gruplar Arası	44053.75	9.00	4894.86	1.20	0.32
	Grup İçi	203715.83	50.00	4074.32		
	Toplam	247769.58	59.00			
14. GÜN	Gruplar Arası	53553.02	9.00	5950.34	1.69	0.12
	Grup İçi	176349.00	50.00	3526.98		
	Toplam	229902.02	59.00			

Tablo 38-43'de verilen genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri basit varyans analizi sonuçlarına göre; odunun teğet, radyal ve lif yönünde anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmamıştır.

Sarıçam ve ladin örnekleri 10 farklı kabuk ekstraktı ile yüzey işlemleri uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerini hazırlanmıştır. Hazırlanan sarıçam ve ladin örnekleri farklı sürelerde suda bekletilerek hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik oranları (GET_v (%)) formül 11'e göre hesaplanmıştır. Bu değerlere ait aritmetik ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 44 ve 45'te verilmiştir.

Tablo 44. Sarıçam örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değişim oranları (%)

SARIÇAM		6. s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	99.88	63.26	51.22	48.88	46.34	46.30	47.12	46.74	47.34
	S	10.24	2.02	4.35	12.90	10.93	3.45	11.40	8.92	11.85
B	X	90.13	36.86	28.48	37.83	21.79	32.48	23.26	22.69	24.29
	S	15.88	6.03	12.53	7.53	9.82	2.43	10.65	2.52	1.48
C	X	74.89	23.15	2.54	11.73	13.35	47.64	53.04	11.92	13.62
	S	6.74	9.62	9.23	6.02	10.70	9.19	6.31	0.04	15.78
D	X	76.14	58.54	21.10	23.19	6.11	18.08	21.52	22.56	22.74
	S	12.77	14.18	10.43	4.12	10.75	4.98	13.49	3.06	7.39
E	X	51.13	48.82	20.73	14.04	5.22	-12.76	1.92	-5.50	-5.92
	S	13.12	13.35	14.50	8.15	7.58	13.28	12.77	10.36	10.58
F	X	49.53	19.57	13.24	15.06	11.68	12.06	8.88	10.00	11.70
	S	15.85	13.67	4.21	0.16	2.89	12.73	2.51	3.59	12.21
G	X	83.67	34.79	35.92	32.86	16.12	43.63	39.42	28.51	32.62
	S	7.04	8.35	10.49	9.06	3.99	6.80	1.79	6.73	14.92
K	X	76.56	39.59	10.85	17.55	18.97	35.79	18.45	14.78	16.81
	S	12.35	11.68	3.85	4.88	9.76	7.97	8.50	8.79	14.19
L	X	57.00	29.94	28.27	25.82	-12.21	-4.26	10.93	10.80	10.24
	S	8.02	9.59	10.99	6.84	15.99	8.09	7.27	2.15	10.65
S	X	75.12	33.27	22.81	32.37	8.54	6.28	22.24	18.44	13.09
	S	2.17	9.72	6.34	0.00	0.16	4.45	7.67	15.41	11.62

Tablo 45. Ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değişim oranları (%)

LADİN		6. s	24.s	48.s	4.gün	6.gün	8. gün	10.gün	12. gün	14. gün
A	X	16.40	-10.53	-11.16	-9.50	-23.23	-19.83	-21.07	-16.53	-18.27
	S	6.12	13.88	9.73	0.93	8.96	2.80	11.65	10.78	9.25
B	X	55.07	21.07	20.81	19.79	12.32	12.82	5.64	16.73	17.28
	S	8.41	2.13	15.77	4.69	9.75	1.19	6.74	7.25	4.37
C	X	46.49	28.98	13.53	20.54	15.62	5.74	16.71	11.45	13.66
	S	3.62	6.50	1.71	9.31	8.48	2.30	11.34	9.84	9.53
D	X	57.75	43.20	38.36	37.05	27.08	23.96	22.18	28.06	27.43
	S	6.14	13.61	6.43	14.75	9.76	14.84	4.07	9.91	15.48
E	X	59.94	30.53	34.88	34.64	24.19	26.36	24.94	27.08	29.26
	S	13.49	14.90	12.90	13.30	10.32	15.30	10.28	4.59	14.79
F	X	34.76	21.15	16.84	32.30	7.53	4.33	6.48	12.14	4.71
	S	11.79	14.62	15.99	4.94	14.45	13.24	3.91	10.54	14.15
G	X	38.39	35.75	19.62	29.85	17.53	16.94	17.98	17.43	13.50
	S	6.16	2.51	14.91	15.57	6.49	0.17	8.34	15.09	15.69
K	X	31.87	25.63	42.28	31.95	30.46	29.68	30.32	48.87	34.96
	S	4.35	9.49	7.60	11.86	15.92	5.94	0.89	11.38	13.92
L	X	-27.28	15.32	13.56	19.51	13.53	7.20	2.77	0.69	13.99
	S	11.68	13.47	5.76	10.38	5.00	5.27	8.75	7.40	4.26
S	X	39.38	32.52	23.08	32.76	19.48	18.15	24.71	18.42	14.03
	S	5.51	9.22	11.14	2.21	15.26	2.19	11.12	9.32	5.16

3.9. Makroskobik Değerlendirme

Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin test öncesi ve test sonrası makroskobik olarak incelenmiştir. Örnek yüzeyinde meydana gelen bozunmanın derecesine göre 1 (çok fazla) -10 (çok az) arasında değerler verilmiştir. Örnek yüzeyinde yapılan incelemeler sonucu puanlama Tablo 46'da verilmiştir.

Tablo 46. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin test sonrası makroskobik olarak değerlendirilmesi

Sarıçam	A	B	C	D	E	F	G	K	L	S	Kontrol
	5	6	9	7	7	4	7	8	7	9	8
Ladin	A	B	C	D	E	F	G	K	L	S	Kontrol
	5	9	8	8	7	7	7	8	6	9	5

3.6. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri

Denge rutubet miktarına getirilen test örneklerinin liflere paralel basınç direncine (kp/cm^2) ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri ve homojenlik grupları sarıçam örnekleri için Tablo 47'de; ladin örnekleri için Tablo 48'de gösterilmektedir.

Çeşitli kombinasyonlarla sarıçam ladin test ve kontrol örneklerin liflere paralel basınç direncine ait aritmetik ortalama (X), minimum (Min), maksimum (Mak) ve standart sapma (S) değerleri Tablo 49'da verilmektedir. Aynı tabloda eğilme direnci üzerine kabuk ekstraktı kombinasyonlarının etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları verilmektedir.

Tablo 47. Sarıçam örneklerine ait ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (kp/cm^2) ve homojenlik grupları

Sarıçam	Art. Ort.	Homojenlik Grubu	Std. Sap	Min.	Max.	Yıkılmış Sarıçam	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Homojenlik Grubu
A	408.33	A	23.11	387.50	450.00	A	337.08	37.06	290.00	387.50	A
B	444.58	ABC	62.20	352.50	525.00	B	428.75	27.24	397.50	470.00	B
C	421.67	AB	31.13	385.00	465.00	C	427.50	46.10	382.50	490.00	B
D	447.50	ABC	19.75	425.00	477.50	D	429.17	27.28	397.50	472.50	B
E	465.83	BC	52.86	397.50	522.50	E	461.67	54.17	385.00	510.00	B
F	477.92	C	47.23	425.00	540.00	F	445.00	52.03	392.50	510.00	B
G	455.83	ABC	55.58	387.50	522.50	G	400.83	86.13	267.50	490.00	B
K	493.33	C	48.57	440.00	557.50	K	420.83	44.99	345.00	480.00	B
L	494.58	C	23.53	450.00	512.50	L	415.83	49.94	357.50	487.50	B
S	477.08	C	39.51	422.50	525.00	S	449.17	24.27	412.50	485.00	B
KONT	475.00	BC	24.85	440.00	497.50	KONT	403.75	19.73	377.50	435.00	B

Tablo 48. Ladin örneklerine ait ortalama liflere paralel basınç direnci değerleri (kp/cm^2) ve homojenlik grupları

Ladin	Art. Ort.	Homojenlik Grubu	Std. Sap	Min.	Max.	Yıkanmış Ladin	Art. Ort.	Std. Sap	Min.	Max.	Homojenlik Grubu
A	344.79	AB	39.90	297.50	391.25	A	415.42	37.36	372.50	465.00	B
B	332.67	A	10.89	313.75	344.79	B	371.53	40.90	310.00	415.42	A
C	366.39	ABC	33.75	320.00	413.75	C	341.15	34.58	291.25	380.00	A
D	391.54	BC	19.91	375.00	421.25	D	343.08	11.20	328.75	356.25	A
E	335.00	A	25.34	312.50	376.25	E	328.19	11.89	315.00	346.25	A
F	380.28	ABC	35.59	340.00	436.25	F	332.53	26.29	300.00	356.25	A
G	380.83	ABC	52.55	313.75	451.25	G	342.08	37.65	298.75	383.75	A
K	345.35	AB	30.82	316.25	386.25	K	342.01	44.27	293.75	413.75	A
L	365.07	ABC	39.64	333.75	417.50	L	341.74	52.09	281.25	402.50	A
S	402.43	C	32.98	366.25	450.00	S	327.05	25.05	292.50	367.50	A
Kontrol	369.93	ABC	46.46	303.75	416.25	Kontrol	342.05	50.66	296.25	435.00	A

Tablo 49. Yıkanma durumuna göre sarıçam ve ladin örnekleri basit varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$)

Sarıçam	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	46373.48	10	4637.34	2.68	.009
Grup İçi	94837.50	55	1724.31		
Toplam	141210.98	65			
Ladin					
Gruplar Arası	31413.67	10	3141.367	2.49	.015
Grup İçi	68030.64	54	1259.827		
Toplam	99444.315	64			
Yıkanmış Sarıçam					
Kareler Toplamı		Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Düzeyi (P)
Gruplar Arası	65719.69	10	6571.97	3.07	.004
Grup İçi	117711.45	55	2140.20		
Toplam	183431.15	65			
Yıkanmış Ladin					
Gruplar Arası	38289.40	10	3828.94	2.856	.006
Grup İçi	72406.60	54	1340.86		
Toplam	110696.010	64			

Yıkanma durumuna göre; sarıçam ve ladin örnekleri basit varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$) incelendiğinde deneylerde kullanılan örneklerde, yıkanma sonrasında varyasyonlar arası yıkanmış sarıçam örneklerinde liflere paralel basınç direnci değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Yıkanmış, yıkanmamış ladin ve yıkanmamış sarıçam örneklerinde istatistiksel anlamda fark olduğu saptanmıştır (Tablo 49, $p < 0.05$).

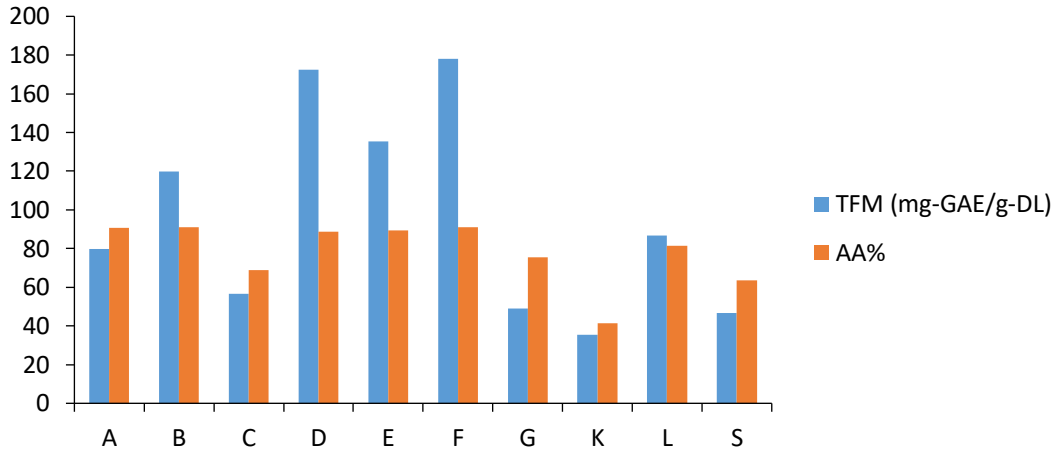
4. İRDELEME

4.1. Ekstraktların Antioksidan Aktivitesi ve Toplam Fenol Miktarı

Bazı ağaç kabuk ekstraktlarının, yüksek fenol içeriği ya da anti-oksidan etkisi üzerine çok sayıda çalışma yapılmıştır. Chang ve ark. (2001), Tayvan akasya ağacının kabuk ve özodunundan elde ettikleri ekstraktların antioksidan aktivitesini araştırmıştır. Tayvan akasya ağacından elde edilen özodun ekstraktının, kabuk ekstraktından çok daha etkili antioksidan özelliği olduğunu belirlemiştir. Douf ve ark. (2006), fındık, sumak, *Shinopsis lorentzii* yaprağı ve çam, mimosa ağacı kabuklarının üç farklı yöntem ile ekstraksiyonunu yapmıştır. Sonuç olarak, elde edilen ekstraksiyon maddelerinin antioksidan kapasitesinin oldukça yüksek olduğunu belirlenmiştir. Jerez ve ark. (2007), sahil çamı ve kızılçam ağacı kabuklarından elde edilen ekstraktın antioksidan aktivitesini ve prokyadin bileşenlerini karşılaştırmıştır. Vázquez ve ark. (2008), kestane ve okaliptüs ağaç kabuklarının potansiyel antioksidan bileşenlerini araştırmıştır. Kestane ağacı kabuğunun ekstraktının yüksek molekül ağırlığına, okaliptüs ağacı kabuğunun ise daha düşük molekül ağırlığına sahip olduğu ortaya konulmuştur. Kabuk ekstraktlarının fenol içeriği ve antioksidan aktivitesinin pozitif bir lineer korelasyona sahip olduğu belirlenmiştir. FTIR spektroskopi analizi sonucu ise, okaliptüs ağacı kabuk ekstraktına kıyasla kestane ağacı kabuk ekstraktının fenol içeriğinin daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur (Vázquez G. vd., 2008).

Literatürde belirtildiği gibi yüksek antioksidan etkisi nedeniyle ağaç kabuk ekstraktlarının organik UV absorbe edici olarak kullanılması üzerinde bazı çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalardan birinde; kabuk ekstraktı, lignin stabilizatör, UV absorbe edici ve engelleyici amin ışık stabilizatörü içeren akrilik poliüretan verniğin ahşap yüzeydeki fotostabilizasyon etkisinin karşılaştırılmıştır. Hızlandırılmış dış ortam testi sonrası en yüksek fotostabilizasyon etkisi, ısıl işlem sonrası yüzeyine kabuk ekstraktı ve lignin stabilizatör içeren akrilik poliüretan uygulanan ahşap örneklerde belirlenmiştir (Kocaeve ve Saha, 2012). Bir başka çalışmanın sonuçlarına göre ise, akrilik poliüretan ahşap yüzey maddesi içerisine, doğal antioksidan (kabuk ekstraktı) ve lignin dengeleyici tek başına ya

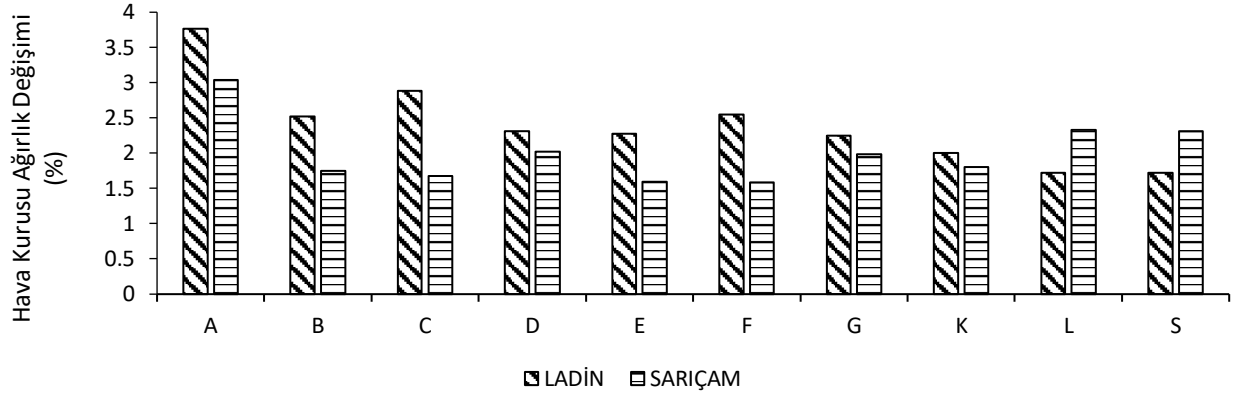
da birleşim halinde karıştırılarak kaplama maddesinin dış ortam etmenlerine karşı direnci arttırılmıştır. Yüzeyine kabuk ekstraktı içeren akrilik poliüretan uygulanan odun örneklerinin renk stabilizasyonu artmaktadır (Saha ve ark., 2011). Şekil 17’de ise bu çalışmada kullanılan 10 farklı türde ağaç kabuğunun antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarı gösterilmiştir. Bu sonuçlar esas alınarak, ağaç kabuğu ekstraktları kullanılarak hazırlanan ahşap yüzey koruma maddelerinin dış ortam dayanımına, su iticilik, genişlemeyi önleme ve mekanik dirence olan etkisi analiz edilmiştir.



Şekil 17. Ağaç kabuk ekstraktlarının antioksidan aktivitesi ve toplam fenol miktarı

4.2. Yüzey Koruma Maddesinin Hava Kuru Ağırlığa Etkisi

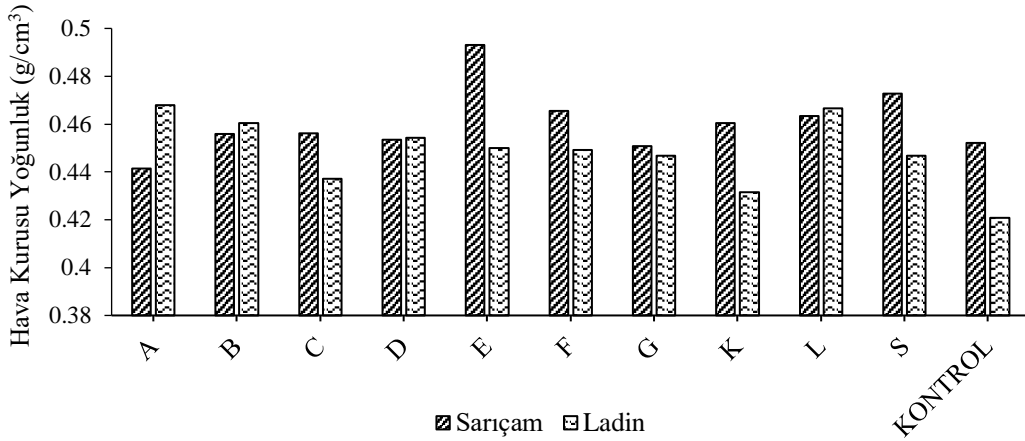
Şekil 18’de görüldüğü üzere sarıçam örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla en fazla hava kuru ağırlık değişimi (3.76) A, ladin örneklerinde de (3.76) A varyasyonunda görülmüştür. A varyasyonunda ladin ve sarıçam örneklerinde test örneği diğer varyasyonlara göre daha fazla değişime uğradığı gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerinde en az değişim (1.71) L varyasyonunda gerçekleşmiştir. Sarıçam örneklerinde en az değişim ise (1.58) F ve (1.59) E varyasyonunda gözlemlenmiştir.



Şekil 18. Sarıçam ve ladin örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak hava kurusu ağırlık değişimi

4.3. Yüzey Koruma Maddesinin Denge Rutubet Miktarı ve Denge Rutubet Miktarındaki Yoğunluklara Etkisi

Test ve kontrol örneklerinin tam kuru ağırlıkları belirlendikten sonra 16 hafta boyunca $20 \pm 2^\circ\text{C}$ 'de %65 bağıl nemde kondüsyonlanması sonucunda Formül 2'ye göre hesaplanmış ve sarıçam, ladin test ve kontrol örnekleri değerleri Şekil 19'da gösterilmiştir.

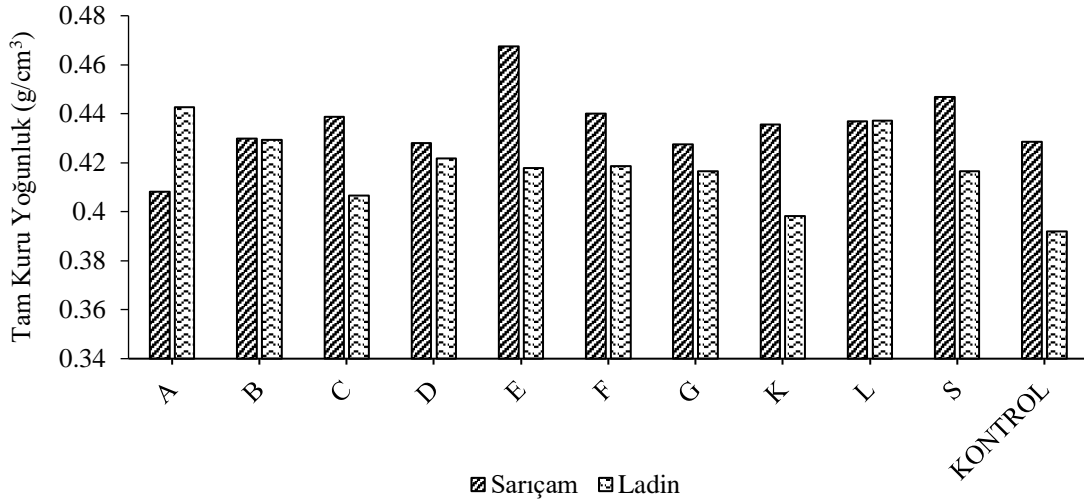


Şekil 19. Test ve kontrol örneklerinin hava kurusu ağırlıklarının karşılaştırılması.

Şekil 19'da görüldüğü üzere kontrol örneklerine kıyasla hava kurusu yoğunluğundaki değişim sarıçam örneklerinde en fazla artış (0.49) E varyasyonunda gerçekleşmiştir. Sarıçam örnekleri hava kurusu yoğunluk değerleri test ve kontrol örneklerinde birbirine çok yakın değerler gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerine bakıldığında ise kontrol örneklerine kıyasla hava kurusu yoğunluğundaki değişim en fazla (0.46) A, B ve L

varyasyonunda gerçekleşmiştir. Ladin test örneklerinde de kontrol örneklerine yakın değerler elde edilmiştir. Sarıçam ve ladin test örneklerinin hava kuru su yoğunlukları D varyasyonunda eşit olduğu gözlemlenmiştir. Ladin ve sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla hava kuru su yoğunluk değişimi en az C varyasyonunda yaşandığı gözlemlenmiştir. Sarıçam ve ladin test-kontrol örneklerinde ise yakın değerler elde edilmiştir.

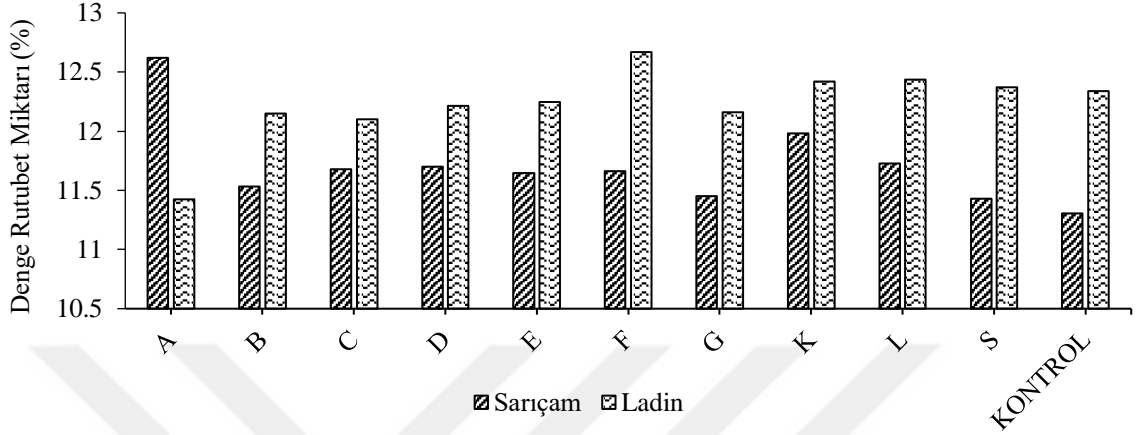
Sarıçam ve ladin test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla tam kuru yoğunluk değişimlerine ilişkin grafik Şekil 20’de gösterilmiştir.



Şekil 20. Test ve kontrol örneklerinin tam kuru ağırlıklarının karşılaştırılması.

Şekil 19’ da elde edilen hava kuru su değerleri ile Şekil 20’de tam kuru yoğunluk değerleri arasındaki fark incelendiğinde sarıçam test ve kontrol örneklerine kıyasla C varyasyonunda (0.43) çok az bir miktar düşüş meydana gelmiştir. Diğer varyasyonlarda ise aynı oranda düşüş miktarları elde edilmiştir. Sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla tam kuru yoğunluk değişimi en fazla (0.46) E varyasyonunda gözlemlenmiştir. Ladin test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla tam kuru yoğunluk değişimi en fazla (0.44) A varyasyonunda gözlemlenmiştir. K emprenye maddesi uygulanan ladin test örnekleri kontrol örnekleriyle yaklaşık olarak aynı değerde olduğu gözlemlenmiştir.

Sarıçam ve ladin test örneklerine emprenye maddesi uygulandıktan sonra, emprenye maddesi uygulanmamış kontrol örneklerine kıyasla denge rutubet miktarındaki değişime ilişkin değerler Şekil 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21. Test ve kontrol örneklerinin denge rutubet miktarlarının karşılaştırılması.

Sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine göre kıyaslandığında denge rutubet miktarında A varyasyonunda bir artış (12,6) gerçekleştiği belirtilmiştir. Sarıçam test örneklerine uygulanan tüm varyasyonlar da denge rutubet miktarında çok ufakta olsa bir artış gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerinde ise kontrol örneklerine kıyasla denge rutubet miktarındaki artış çok ufakta olsa (12.66) F varyasyonunda gerçekleşmiştir. Ladin test örneklerine uygulanan A, B, C, D, E ve G emprenye maddeleri denge rutubet miktarını kontrol örneklerine kıyasla bir düşüş gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Bu düşüş en fazla (11.42) A varyasyonunda gözlemlenirken, diğer yüzey maddelerindeki düşüş çok çok az miktarlarda olmuştur. Ladin test örneklerine uygulanan F yüzey maddesi kontrol örneklerine kıyasla denge rutubet miktarında bir artış (12.66) belirtilmiştir. K, L ve S emprenye maddeleri ise çok çok az miktarlarda kontrol örneklerine kıyasla denge rutubet miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Denge rutubet miktarı ladin ve sarıçam test örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla bakıldığında en yakın değerleri S varyasyonunda gözlemlenmiştir. Literatürde yapılan bazı çalışmalarda; tam kuru yoğunluk değerleri yumuşak ağaç türlerinden biri olan sarıçamda, çok yumuşak ağaçlardan biri olan ladinden daha yüksektir. Malzeme içinde rutubet ve yoğunluk doğru orantılıdır. Kullanılan malzemelerin türüne göre yüzey maddesinin uygulanması üzerine etkili olan boşluk hacmi türden türe değişmektedir. Kullanılan malzemelerin boşluk hacmi ne kadar fazla ise yüzey

maddesinin penetrasyon ve retensiyonu o kadar iyi olduğu bildirilmiştir (Bozkurt vd., 1993). Bezir ve kenevir yağı uygulanan odun örneklerinde sarıçam örneklerinde %100 ağırlık artışı değerleri elde edilmiştir (Sailer vd., 1998). Ağaç malzemenin biyolojik ve mekanik özellikleri üzerinde etkiye sahip olan önemli parametrelerden biride denge rutubet miktarıdır. Ağaç malzemenin denge rutubet miktarının azalması mekanik direnç ve biyolojik özellikleri üzerinde artırıcı etkiye sahiptir (Bozkurt ve Erdin, 1997; Tomak, 2011). Ağaç malzemenin kullanım yerindeki çevresel faktörlerin denge rutubeti üzerinde önemli etkiye sahip olduğu bildirilmiştir (Vital vd., 1982; Yörür vd., 2017).

4.4. Odunun Dış Ortam Dayanımına Yüzey Koruma Maddesinin Etkisi

4.4.1. Yüzey Renk Değişimi

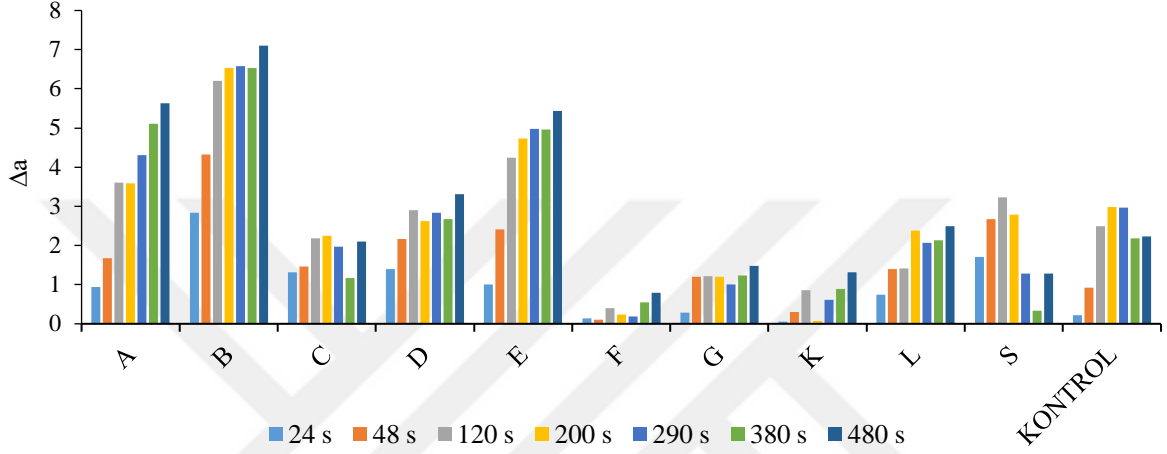
Laboratuvar koşullarında iç mekân koşulları testine tabi tutulan sarıçam ladin örneklerinde meydana gelen ışık stabilite (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 22-29'de gösterilmiştir.



Şekil 22. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan ışık stabilite (ΔL) değerleri

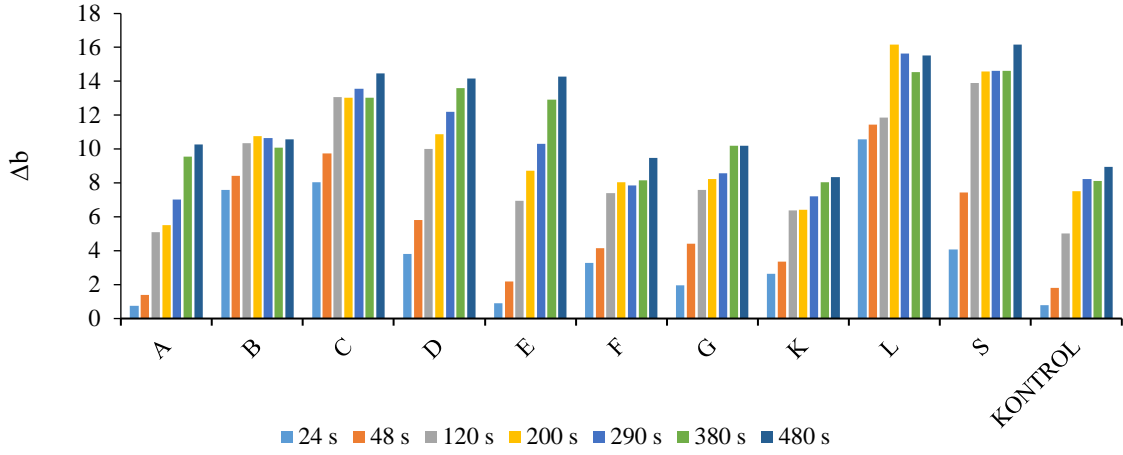
Laboratuvar ortamında hazırlanan sarıçam test örneklerinde 24.,48.,120.,200.,290.,380. ve 480. saatlerin sonunda meydana gelen ΔL , Δa , Δb ve ΔE değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL) bakımından en yüksek

değer Tablo 10 ve Şekil 22’de görüldüğü üzere sarıçam test örneklerinde L (17.59), en düşük A (0.78) varyasyonlarından elde edilmiştir. Sarıçam örneklerinde ışık stabilitesinin en az olduğu kestane kabuk ekstraktı içeren A varyasyonu olduğu tespit edilmiştir. A varyasyonunda 24. ve 48. saatlerde az bir miktarda koyulaşma yapsa da diğer saatlerde renginde açılma belirlenmiştir. A ve E varyasyonları dışındaki varyasyonlarda kontrol örneğine kıyasla daha fazla Δa değerinde değişim meydana gelmiştir.



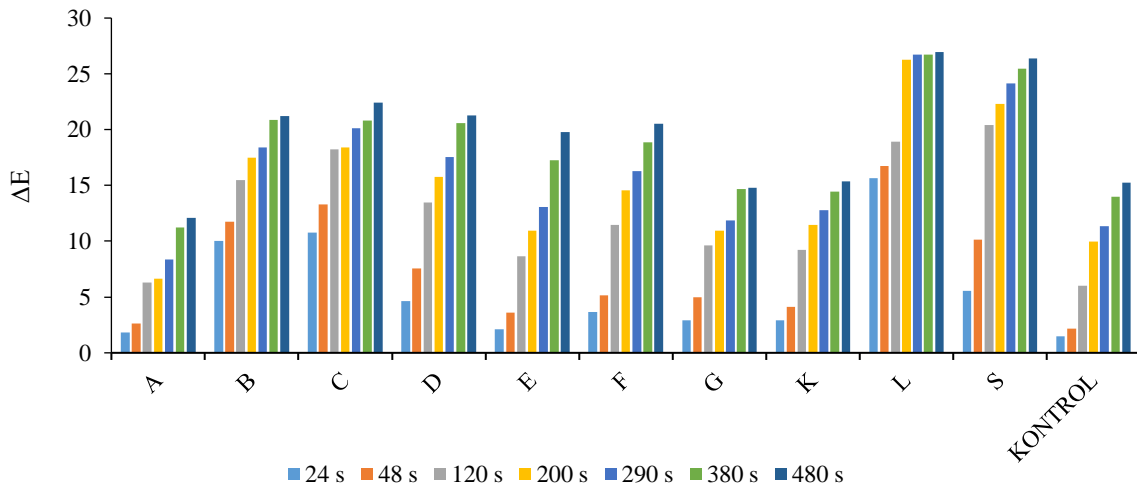
Şekil 23. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa) değerleri

Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa) değeri (+a* kırmızı için, -a* yeşil için) Şekil 23’de gösterilmiştir. Tablo 10’ da %95 güven düzeyinde yapılan basit varyans analizi sonuçlarına göre; en yüksek değeri 480. saatin sonunda B varyasyonunda (5.47) pozitif (+) yönde belirlenmiş olup kırmızımsı yönde bir renk değişimine uğradığı belirlenmiştir. En düşük değer ise 480. saatin sonunda F (0,34) emprenye maddesi uygulanmış test örneklerinde belirlenmiştir. Test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla en çok değişim A, B ve E yüzey maddeleri uygulanan örneklerde belirlenmiştir. Ancak F ve K varyasyonunda test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla (Δa)’da daha düşük değişimler belirlenmiştir.



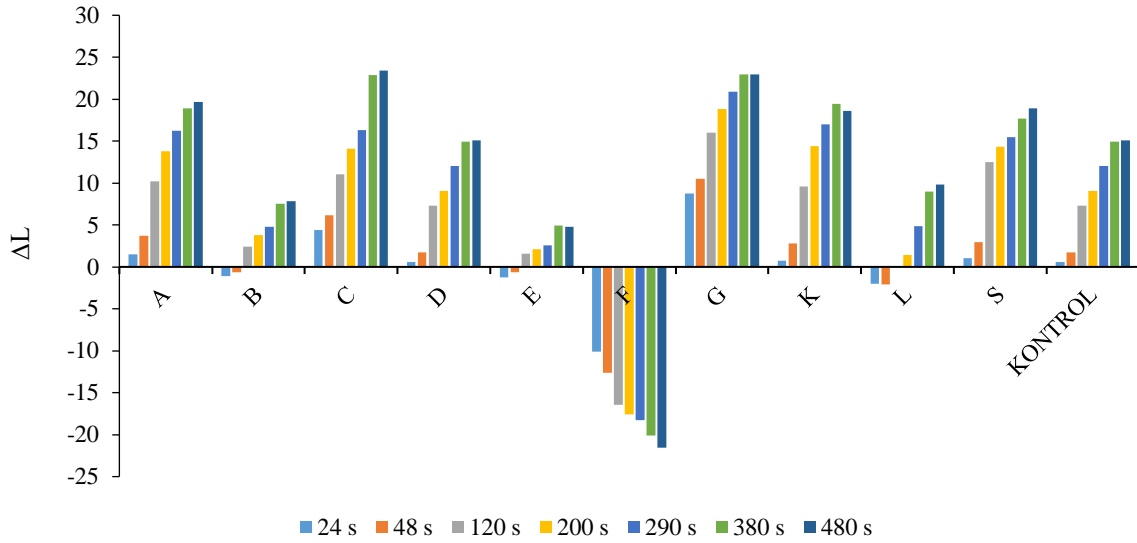
Şekil 24. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb) değerleri

Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb) değerleri (+sarı, -mavi için) Şekil 24'te belirtilmiştir. Tablo 10' da %95 güven düzeyinde yapılan basit varyans analizi sonuçlarına göre; en yüksek ortama değerinin 450. saatin sonunda L varyasyonunda (13,68) olduğu belirlenmiştir. Ancak S yüzey maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde L varyasyonuna çok yakın değerler elde edilmiştir. Sarıçam test ve kontrol örneklerinde en düşük değer ise 480. saatin sonunda A (5.65) varyasyonunda belirlenmiştir. Test örnekleri kontrol örnekleri ile kıyaslandığında diğer varyasyonlarda kontrol örneğinin Δb değerinden yüksek değerler elde edilmiştir.



Şekil 25. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam örneklerinde oluşan (ΔE) değerleri

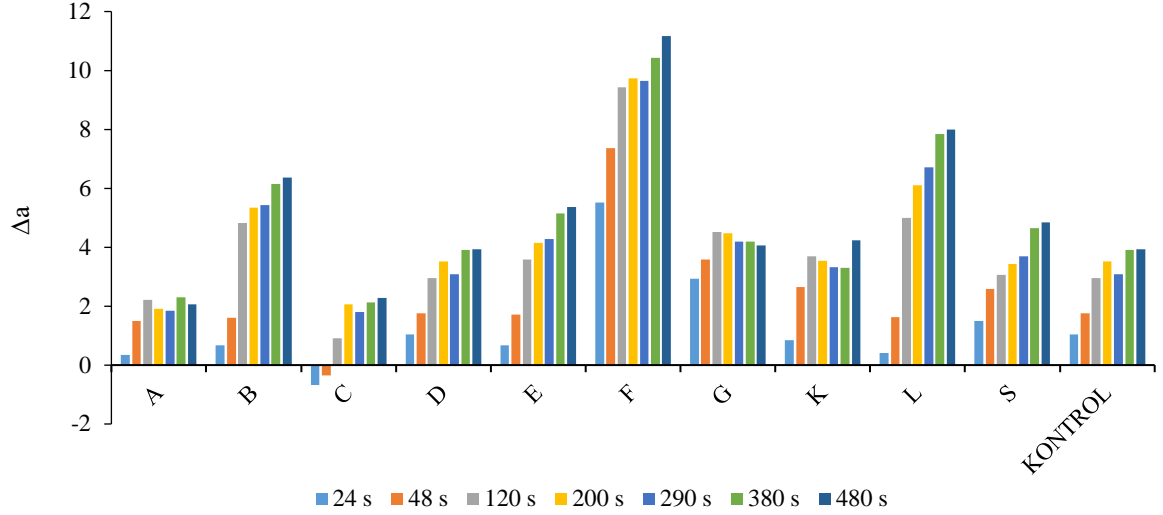
Sarıçam test ve kontrol örneklerinde meydana gelen toplam renk değişikliği (ΔE) Şekil 25'te belirtilmiştir. Tablo 10' da %95 güven düzeyinde yapılan basit varyans analizi sonuçlarına göre en yüksek renk değişim değeri 480. saatin sonunda L varyasyonunda (22.57) belirlenmiştir. Sarıçam test ve kontrol örneklerinde en düşük renk değişim değerleri 480. saatin sonunda A varyasyonunda (7.02) belirlenmiştir. L ve S emprenye maddesi uygulanmış test örnekleri 24. saatten 480. saate kadar toplam renk değişikliğinin (ΔE) diğer varyasyonlara kıyasla daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. A yüzey maddesi uygulanmış test örnekleri toplam renk değişikliği (ΔE) bakımından inceliğinde kontrol örneklerine kıyasla çok az değişim olduğu ve renk stabilizasyonu sağlandığı gözlemlenmiştir. Bunun sebebi ΔL değerinin çok fazla değişmemesinden kaynaklı olduğu söylenebilir. G (9.97) ve K (10.05) emprenye maddesi uygulanmış test örnekleri toplam renk değişikliği (ΔE) bakımından kontrol örneklerine yakın değerler vermiş, kısmen renk stabilizasyonu sağlandığı gözlemlenmiştir.



Şekil 26. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan ışık stabilite (ΔL) değerleri

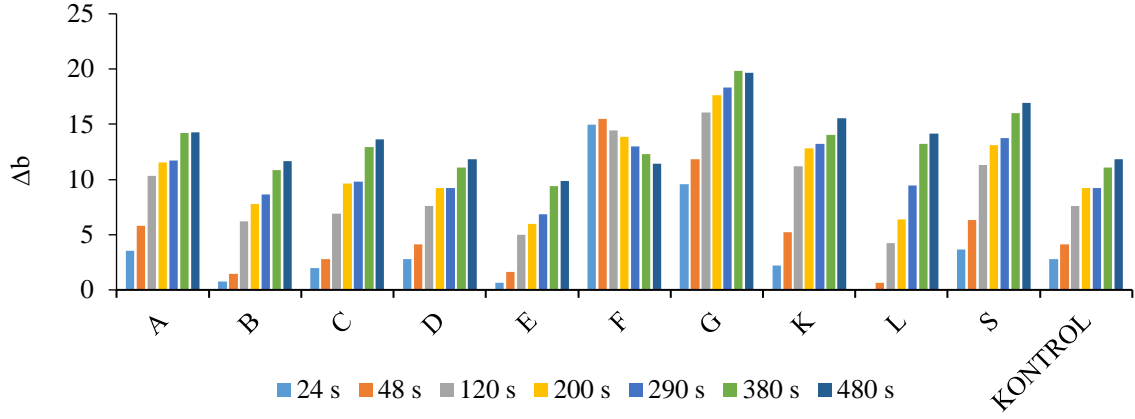
Ladin test örnekleri ve kontrol örneklerinde meydana gelen ışık stabilitesi (ΔL) bakımından değişim değerleri Şekil 26'da belirtilmiştir. Test süresi sonunda yapılan %95 güven düzeyinde basit varyans analizi istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 11' de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; en fazla değişime uğrayan göknar kabuk ekstraktı içeren G (17.26) ve karaçam kobuk ekstraktı içeren F (-16.66) varyasyonlarında gözlemlenmiştir.

Gökmar kabuk ekstraktı içeren yüzey maddesinin uygulandığı ladin örneklerinde parlaklık artışı gözlemlenirken, F yüzey maddesi uygulanan ladin test örnekleri tüm saatlerde koyulaşma yaptığı gözlemlenmiştir. Ladin örneklerinde ΔL değişimi en az E varyasyonunda belirtilmiştir. E varyasyonuna en yakın ve kontrole kıyasla daha iyi sonuçlar B ve S varyasyonlarından elde edilmiştir.



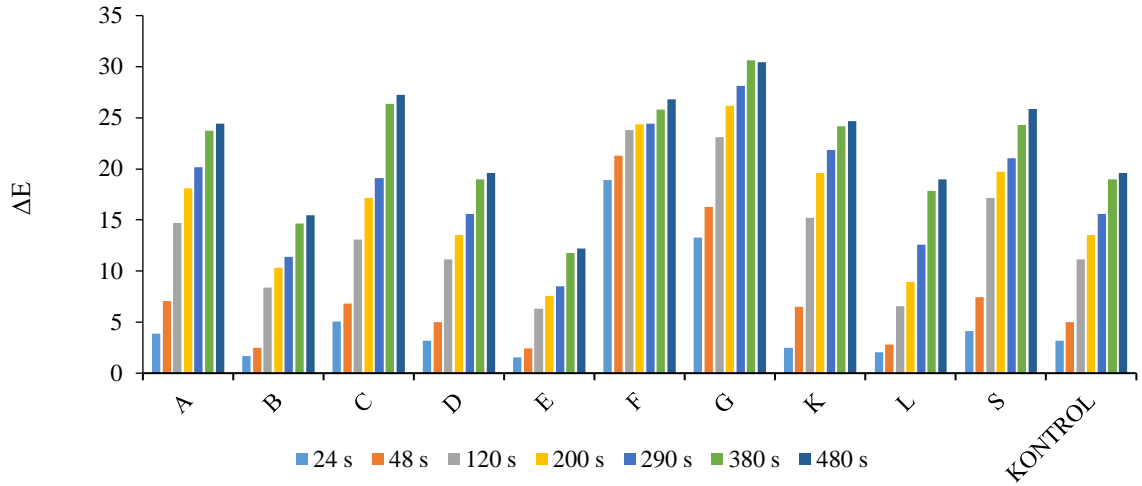
Şekil 27. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan kırmızı-yeşil stabilite (Δa) değerleri

Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa) değeri (+a* kırmızı için, -a* yeşil için) Şekil 27’de gösterilmiştir. Test süresi sonunda yapılan %95 güven düzeyinde basit varyans analizi istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 11’de verilmiştir. Buna göre ladin test örneklerinde (Δa) için en yüksek değer 480. saatin sonunda F varyasyonunda (9.04) pozitif yönde belirlenmiş olup kırmızımsı yönde bir renk değişim belirlenmiştir. En düşük değer ise (Δa) için 480. saatin sonunda C yüzey maddesi (1.17) uygulanmış ladin test örneklerinde belirlenmiştir. F emprenye maddesi uygulanmış ladin test örnekleri 24. saatten itibaren çok yüksek bir değerle pozitif yönde kırmızımsı bir renk aldığı gözlemlenmiştir. C emprenye maddesi uygulanmış ladin test örnekleri 24. ve 48. saatlerde kontrol örnekleriyle kıyaslandığında az bir miktar negatif yönde yani yeşilimsi bir renk aldığı gözlemlenmiştir.



Şekil 28. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan sarı-mavi stabilite (Δb) değerleri

Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb) değeri (+sarı, -mavi için) Şekil 28’de verilmiştir. Test süresi sonunda yapılan %95 güven düzeyinde basit varyans analizi istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 11’ de verilmiştir. Buna göre ladin test örnekleri kontrol örneklerine göre (Δb) değerleri açısından kıyaslandığında 480. saatin sonunda en fazla değişim G varyasyonunda (16.11) belirlenmiştir. Ladin test örnekleri kontrol örnekleri (Δb)’ye göre kıyaslandığında en düşük değer ise test sonunda E (5.61) yüzey maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde belirlenmiştir.



Şekil 29. Yapay dış ortam testine tabi tutulan ladin örneklerinde oluşan toplam renk değişim (ΔE) değerleri

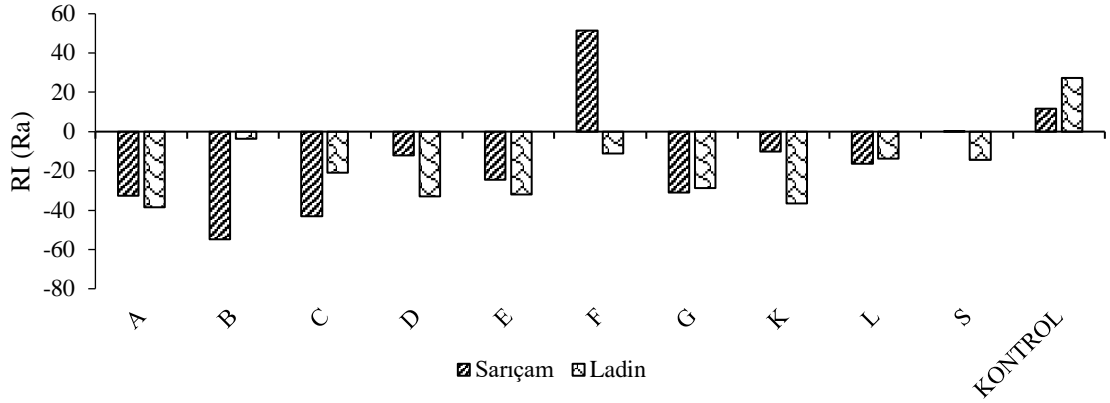
Ladin test ve kontrol örneklerinde meydana gelen toplam renk değişikliği (ΔE) ise Şekil 29'da verilmiştir. Test süresi sonunda yapılan %95 güven düzeyinde basit varyans analizi istatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 11' de verilmiştir. Tablo 11'e göre; ladin test örneklerinde toplam renk değişim değeri (ΔE) en yüksek 24. saatten 480. saatin sonuna kadar G varyasyonunda (24.00) belirtilmiştir. F koruyucu maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde toplam renk değişimi (ΔE) bakımından incelendiğinde tıpkı G koruyucu maddesi gibi test örneklerinde yüksek renk değişimi gözlemlenmiştir. Toplam renk değişimi bakımından (ΔE) ladin test örnekleri kontrol örneklerine göre en az değişimi Tablo 11'e göre E (7.20) varyasyonunda gözlemlenmiştir. E koruyucu maddesi uygulanmış ladin test örnekleri 24. saatten 480. saate kadar toplam renk değişikliği bakımından (ΔE) kontrol örneklerine kıyasla renk stabilizasyonunu koruduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni olarak (ΔL) değerlerinin düşük çıkması söylenilebilir. Kızılağaç kabuk ekstraktı içeren (B) yüzey koruma maddesi ladin örneklerinde renk değişikliği (ΔE), kontrol örneklerine göre daha düşüktür.

480 saat yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin odun örneklerinde 10 farklı kabuk ekstraktı uygulanan ve uygulanmayan örneklerde yapılan basit varyans analizi sonuçlarında (Tablo12) %95 güven düzeyinde ΔL , Δa , Δb , ΔE değişimi bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ladin ve sarıçam ağaç türü bakımından (Tablo 13) incelendiğinde ise istatistiksel olarak Δa bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır. ΔL , Δb , ΔE değişim değerleri bakımından ise ağaç türü bakımından anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Genel olarak sarıçam, ladin örnekleri renk değişim sonuçları incelendiğinde toplam renk değişimi bakımından sarıçam test örneklerinde en iyi sonuç A varyasyonundan, ladin test örneklerinde ise E varyasyonundan elde edilmiştir.

Atılğan vd., (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, pınar bitkisi ekstrakte edilerek sarıçam odun örneklerinde uygulanmıştır. Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam odun örneklerinde en az renk değişimi elde edilmiştir (Atılğan vd., 2011). Buna benzer olarak yapılan bazı çalışmalarda; birçok ekstrakt kullanılmış ve yapay olarak üretilen birçok boya ve vernikten daha iyi renk stabilizasyonu sağladığı sonuçları elde edilmiştir (Polo vd., 2006; Wongcharee vd., 2007; Calogero, 2008; Gökteş vd., 2008a; Gökteş vd. 2008b; Chang vd., 2009; Patrocínio, 2009; Gökteş vd., 2009a). Ayrıca UV ışınlarının ve sıcaklığın odun yüzeylerinde renk değişiminin arttırdığı bildirilmiştir (Çakıcıer, 2007; Temiz vd., 2007; Atılğan vd., 2011; Feist, 1989; Özgenç, 2013).

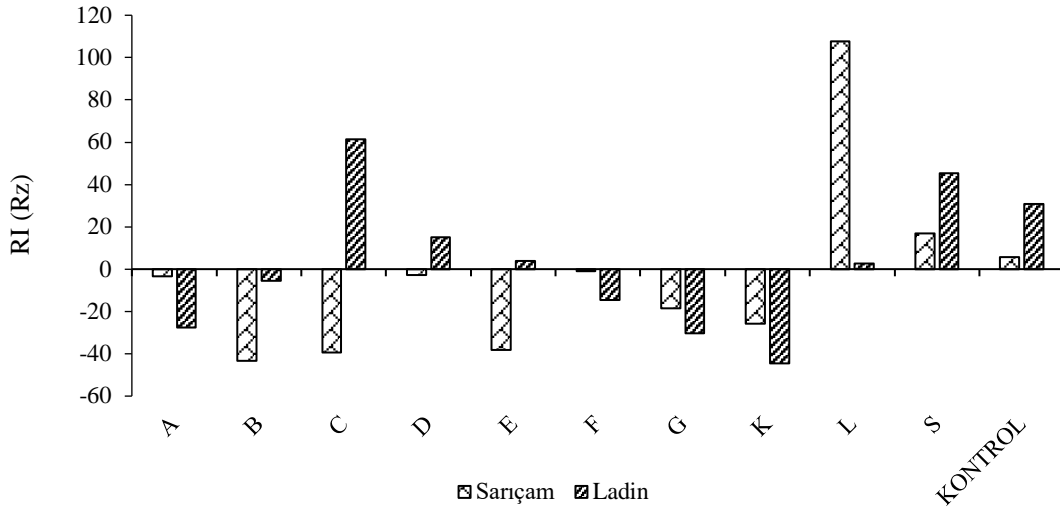
4.4.2. Yüzey Pürüzlülük Değişimi

480 saat yapay dış ortam testine maruz bırakılan ladin ve sarıçam örneklerinin pürüzlülük indeks değerleri (RI) Şekil 30-31’de görülmektedir.



Şekil 30. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin yüzey pürüzlülük indeksi (RI(Ra)) değişimi

Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam ve ladin test-kontrol örneklerinin yüzeyinden alınan pürüzlülük değerlerindeki değişim oranları RI(Ra) değerindeki değişimi Şekil 30’de belirtilmiştir. Buna göre; RI(Ra) değerindeki en yüksek artış sarıçam test F (51.35) varyasyonunda olduğu gözlemlenmiştir. RI(Ra) değerindeki en düşük değişim ise sarıçam test örneklerinin B (-54.82) varyasyonunda olduğu gözlemlenmiştir. Sarıçam test örneklerinde genel olarak pürüzlülükte azalmalar tespit edilmiştir. Ladin test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla bütün varyasyonlarda RI(Ra) pürüzlülük değerinde azalma olduğu saptanmıştır. Test örnekleri kendi içerisinde kıyaslandığında en az pürüzlülük azalımı B varyasyonunda (-3.65) olduğu gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla RI(Ra) değerindeki en düşük değişim A varyasyonunda (-38.36) gözlemlenmiştir.



Şekil 31. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam ve ladin örneklerinin yüzey pürüzlülük indeksi (RI(Rz)) değişimi

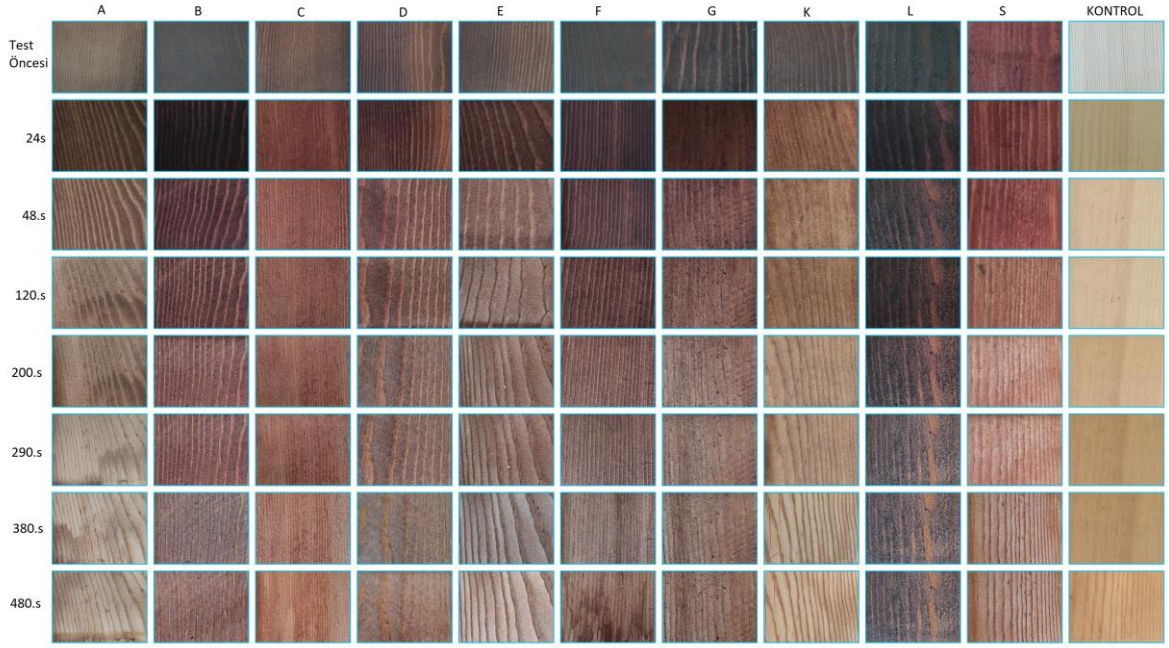
Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam ve ladin test örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki RI(Rz) değişim yüzdelerinin Şekil 31’de belirtilmiştir. RI(Rz) değerindeki en yüksek değişim sarıçam test örneklerinin L varyasyonunda (107.78) olduğu gözlemlenmiştir. RI(Rz) değerindeki en düşük değişim ise sarıçam test örneklerinde B varyasyonunda (-43.31) gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerinin RI(Rz) değerindeki en yüksek değişim C varyasyonunda (61.23) gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerinin RI(Rz) değerindeki en düşük değişimi K varyasyonunda (-44.41) gerçekleştiği gözlemlenmiştir. Sarıçam ve ladin test örneklerine uygulanan yüzey maddeleri arasında kontrol örneğine yüzey pürüzlülüğün RI(Rz) değerindeki değişimine en yakın değerler S varyasyonunda gözlemlenmiştir. Genel olarak, test örneklerinde RI(Rz) değerinde pürüzlülükte azalmalar tespit edilmiştir.

4.4.3. Yüzeydeki Değişimin Makroskobik İncelenmesi

Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam-ladin test ve kontrol örneklerinden belirli aralıklar (24.s, 48.s, 120.s, 200.s, 290.s, 380.s, 480.s) ile alınan renk ölçümleri sonrasında makroskobik olarak görüntülenmiştir. Bu görüntüler, örnek yüzeylerinde meydana gelen makroskobik değişimleri göstermek üzere Şekil 32-33’te verilmiştir.

Yapay dış ortam testi uygulanmış sarıçam test ve kontrol örneklerinin makroskobik olarak gösterimi Şekil 32'da verilmiştir. 480s. yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam örneklerinin çıplak göz ile incelemesinde renk değişiminin çok fazla olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre sarıçam test örnekleri ve kontrol örnekleri de dâhil tüm varyasyonlarda 24. saatte koyulaşma görülmüştür. Daha sonra görüldüğü üzere kontrol örneği de dâhil olmak üzere tüm varyasyonlarda 24. saatin sonunda renklerinde açılmalar (beyazlama) meydana gelmiştir. Fakat A, B ve F kabuk ekstraktlarının uygulandığı sarıçam örneklerinde, diğer varyasyonlara kıyasla daha fazla bozunma olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 25'te sarıçam test ve kontrol örneklerinde meydana gelen toplam renk değişiminin giderek arttığı verilmiştir. Ancak tüm sarıçam test örneklerine uygulanan yüzey maddelerinde belirgin bir yıkanma gözlemlenmiştir. B, G ve L varyasyonlarında çok az yıkanmalar gözlemlenmiş yüzey maddesi kalıcılığını korumuştur. S ve D varyasyonlarında ise kullanılan kabuk ekstraktlarının bir miktar kalıcılığını koruduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bazı çalışmalarda; dış ortam koşullarında kullanılan ahşap malzemelerin renginin sarıdan kahverengiye, kahverengiden griye doğru değiştiği bildirilmiştir (Yazıcı, 2005).

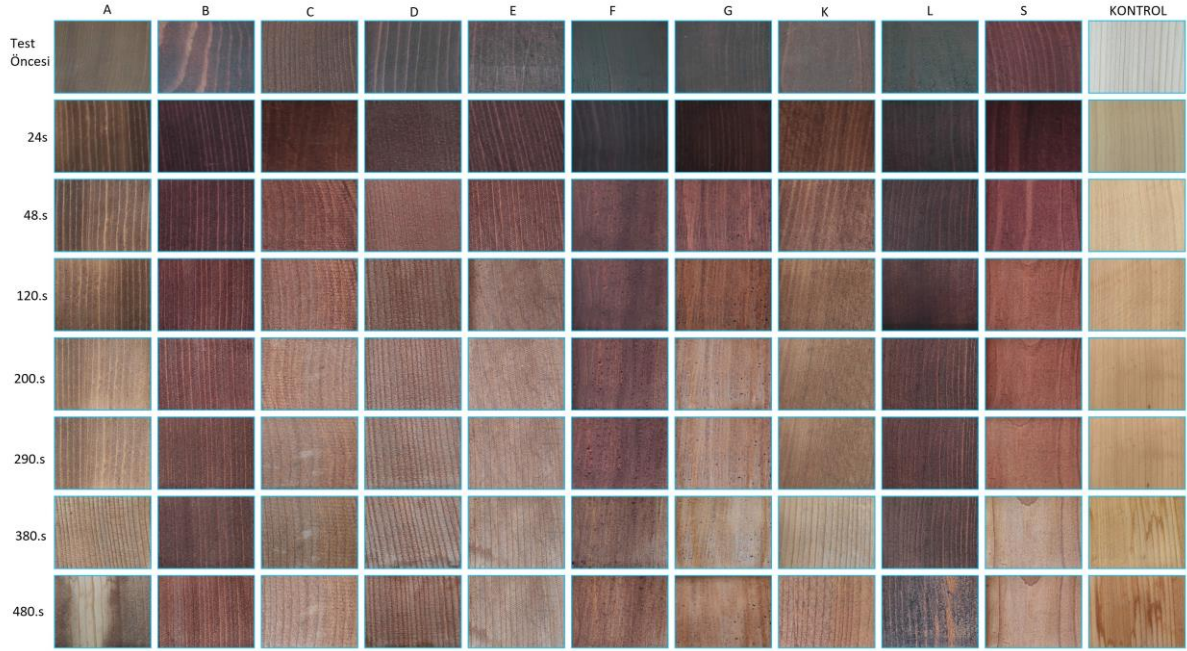
Sarıçam odun örneklerinde yapay dış ortam testi sonrasında el ile örnek yüzeyleri incelendiğinde genel olarak pürüzlülük artışının olmadığı tespit edilmiştir. Örnek yüzeylerinde yıkanma ile daha pürüzsüz yüzeyler oluşmuştur. Şekil 30 ve 31'de verilen pürüzlülük indeksi değerlerindeki azalma ile doğrulanmıştır. Literatürde, yapay dış ortam testi sonrasında UV ışınlarının etkisiyle test sonrası yüzey pürüzlük değerlerinde artış tespit edilmiştir (Söğütü ve Sönmez, 2006). Örnek yüzeylerine uygulanan odun koruma maddeleri sarıçam, kayın ve ladin odunlarında dış ortam testi sonrası yüzey pürüzlüğü artışının önemli ölçüde azaltıldığı tespit edilmiştir (Özgenç ve Yıldız, 2014).



Şekil 32. Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam örneklerinin makroskobik görüntüsü

Yapay dış ortam testi uygulanan ladin test ve kontrol örneklerinin makroskobik olarak gösterimi Şekil 33'te verilmiştir. 480s. yapay dış ortam testi uygulanan ladin örneklerinin çıplak göz ile incelemesinde genel olarak renk değişiminin çok fazla olmadığı tespit edilmiştir. Buna göre ladin test örnekleri ve kontrol örnekleri de dâhil tüm varyasyonlarda 24. saatte koyulaşma gözlemlenmiştir. Daha sonra görüldüğü üzere kontrol örneği de dâhil olmak üzere tüm varyasyonlarda 24. saatin sonunda renklerinde açılmalar (beyazlama) meydana gelmiştir. Fakat A, L ve kontrol örnek yüzeylerinde renk değişiminin ve bozunmanın diğer varyasyonlara kıyasla daha fazla bozunma olduğu gözlemlenmiştir. Şekil 29'da ladin test ve kontrol örneklerinde meydana gelen toplam renk değişiminin giderek arttığı verilmiştir.

Ladin odun örneklerinde yapay dış ortam testi sonrasında el ile örnek yüzeyleri incelendiğinde genel olarak yüzey pürüzlülüğünde azalma olduğu tespit edilmiştir. Örnek yüzeylerinde yıkanma ile daha pürüzsüz yüzeyler oluşmuştur. Şekil 30 ve 31'de verilen pürüzlülük indeksi değerlerindeki azalma ile doğrulanmıştır.



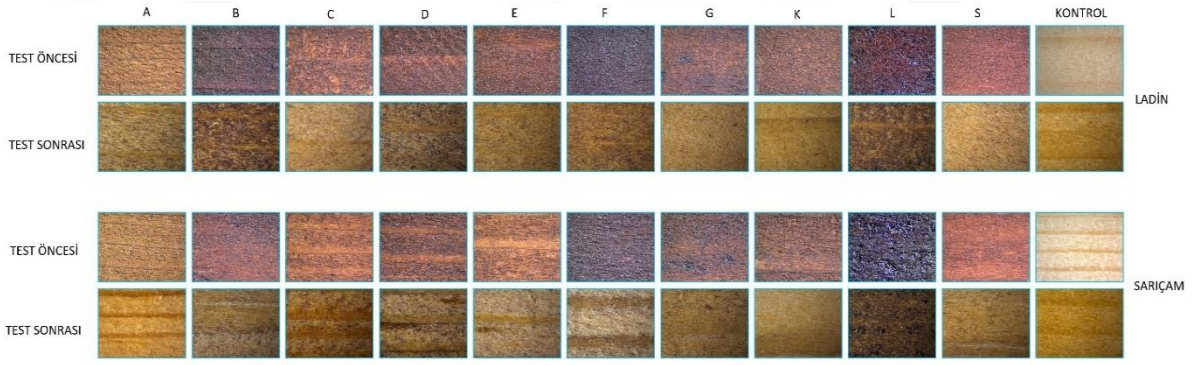
Şekil 33. Yapay dış ortam testi uygulanan ladin örneklerinin makroskobik görüntüsü

Yapılan bazı çalışmalarda; dış ortam testi uygulanan örneklerin başlangıçta renk değişimi olduğu, sonrasında test süresi arttıkça yüzeyde bozunmanın olduğu bildirilmiştir (Zahri vd., 2007, Liu vd.,2017). Bazı bitki ekstraktlarını kullanarak hazırlanan yüzey maddelerinin odun örneklerinde renk stabilizasyonu sağladığı bildirilmiştir (Özen vd., 2014). Dış ortam koşullarında ağaç malzeme yüzeyinde güneş ışınlarının etkisi ile öncelikle odun rengi çok hızlı bir şekilde değişmekte, parlaklık ve mekanik özelliklerinde azalma meydana gelmektedir. Bunun durumun odun ekstraktifleri ve ligninin kimyasal bozunmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Feist, 1990; Budakçı, 2006; Kılıç ve Hafizoğlu, 2007; Anderson vd., 1991; Aydemir vd., 2011, Budakçı ve Karamanoğlu, 2014).

4.10. Yüzeydeki Değişimin Mikroskobik Değerlendirme

Yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam-ladin test ve kontrol örneklerinden test öncesi ve sonrası mikroskobik olarak incelenmiş ve mikroskop altında görüntülenmiştir. Örneklerde meydana gelen mikroskobik değişimleri göstermek üzere Şekil 34'te verilmiştir.

Yapılan yapay dış ortam testi uygulanan sarıçam-ladin test ve kontrol örnekleri test öncesi ve sonrası mikroskopik görüntüleri Şekil 34'te gösterilmiştir. Buna göre dış ortam testi uygulamasından sonra sarıçam örneklerinde renk değişimi mikroskopik olarak da görüntülenmiştir. Test ve kontrol örneklerinde test öncesi sonrası ile kıyaslandığında örneklerde parlaklık artışı ve sararmalar gözlemlenmiştir. 480 saatin sonunda örneklerde herhangi bir yapısal bozunma (çatlak, yıpranma vb.) tespit edilmemiştir. Özellikle UV ışını etkisiyle büyük oranda bozunma olan lignin yağmur suları ile yıkanarak odundan uzaklaşır. Bu durum mikroskopik yapıda öncelikle orta lamelin bozunmasına neden olur. Ayrıca, kenarlı geçitlerde çatlaklar oluşur ve iki hücre arasındaki hücre çeperinde ayrılmalar görülür. Odun yüzeyinde çatlak oluşumu ve yüzey pürüzlüğü gerçekleşir.



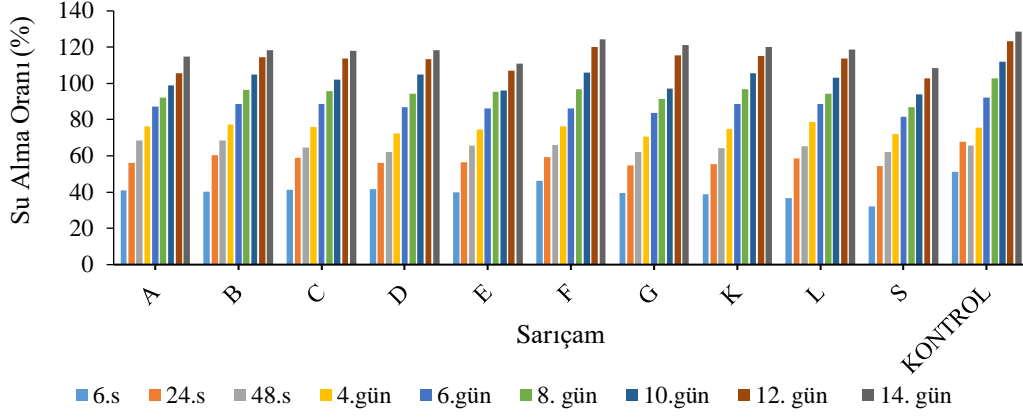
Şekil 34. Test ve kontrol örneklerinin QUV testi öncesi ve sonrası mikroskopik görüntüsü.

Dış ortam testi sonrasında odunun yapısında meydana getirdiği fiziksel, kimyasal etkiler tarayıcı elektron mikroskopunun (SEM) kullanıldığı çeşitli çalışmalarda incelenmiştir (Pandey ve Pıtman 2002; Hon ve Shiraishi 2001; Gençay, 2010). Literatürde yapılan bazı çalışmalarda, makroskopik ve fiziksel değişimlere mikroskopik değişimlerinde eşlik ettiği bildirilmiştir. Sarıçam örnekleri yapay dış ortam testi sonrası ve odun yüzeyleri mikroskop altında incelenmiştir. İnceleme sonucunda; UV ışığının etkisinin oldukça fazla olduğu ve birkaç saat içerisinde odun yüzeyindeki fonksiyonel gruplarda bozunmalara sebep olduğu tespit edilmiştir. Odunun yüzeyindeki polimer yapıya en büyük zararı UV+ su verdiği bildirilmiştir. SEM göstermektedir ki su odunun yüzeyindeki fiziksel özellikleri üzerinde olumsuz bir etki yapmaktadır (Owen vd. 1993). Yapay dış ortam etkisine maruz bırakılan odun örneklerinde genel olarak mikro düzeyde çatlaklar oluştuğu ve degrade olan geçitlerin yarı kenarlı bir yapı oluşturduğu bildirilmiştir (Feist 1983; Hafizoğlu 2002; Gençay, 2010).

4.5. Su Alma Oranı ve Su İticilik Etkisi Değerleri

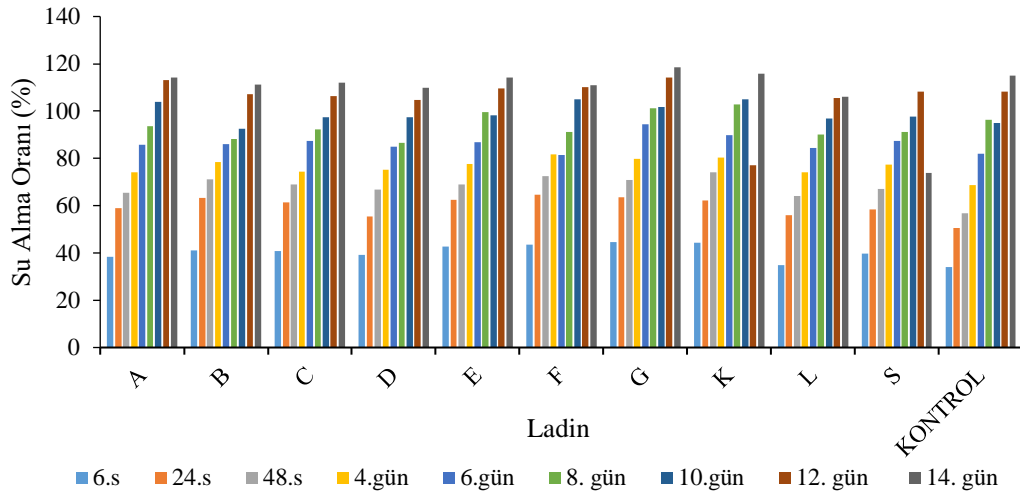
4.5.1. Su Alma Oranı Değerleri

Örneklerin farklı bekletme sürelerinde su alma miktarına ilişkin grafik Şekil 35 ve 21 'de gösterilmiştir.



Şekil 35. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su alma oranı (%)

Laboratuvar ortamında yapılan su alma testi sonucunda sarıçam test örnekleri 14 günlük test sonunda tüm sarıçam test örneklerinde kontrol örneklerine kıyasla su alma oranının Şekil 35'e göre daha düşük olarak gözlemlenmiştir.



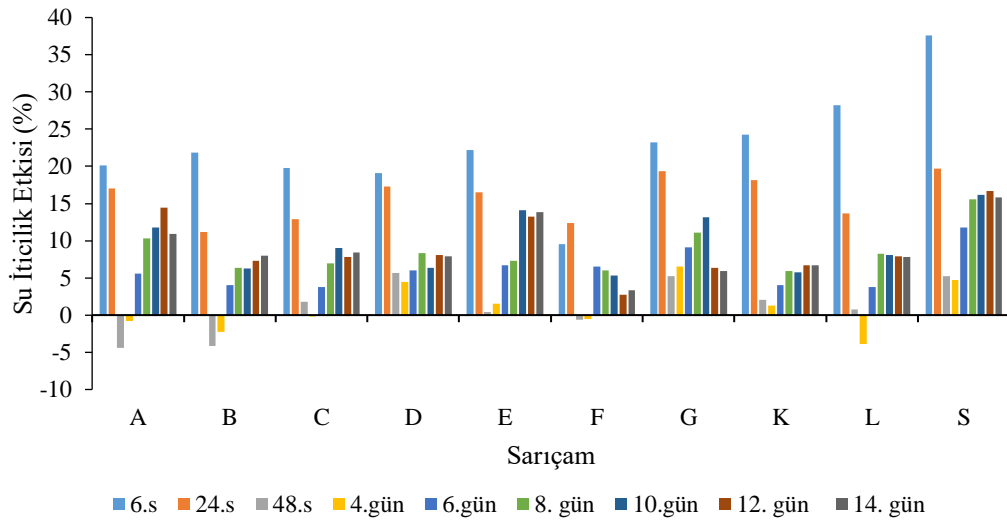
Şekil 36. Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde su alma oranı (%)

Yapay dış ortam testi uygulanan ladin test örneklerine su alma oranı Şekil 36’da gösterilmiştir. Buna göre ladin test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla incelendiğinde 6. saatten 14. günün sonuna kadar en fazla artış G varyasyonunda gözlemlenmiştir. K yüzey maddesi uygulanmış ladin test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla 6. saatten 10. güne kadar bir artış gözlemlenmiş ancak 12. günde bir düşüş meydana gelmiştir. Daha sonra 14. günde tekrar su alma oranında yükselme gözlemlenmiştir. 14. günün sonunda en düşük su alma oranı kontrol örneklerine kıyasla S yüzey maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde gözlemlenmiştir. Su alma oranı ladin test örneklerinde tüm varyasyonlarda 4. saatte kontrol örneğine kıyasla artış gözlemlenmiştir. Genel olarak ladin test örneklerine uygulanan tüm empenye maddeleri kontrol örneklerine kıyasla su alma oranı değerleri birbirine çok yakın olduğu görülmüştür.

Ladin ve sarıçam test örnekleri karşılaştırıldığında ladin test örneklerinin su alma oranının daha düşük veya yakın değerler olduğu görülmüştür. Bunun nedeni olarak sarıçamın permeabilitesi ladine göre daha yüksek olması, Ladin’de ise geçit aspirasyonu söz konusu olup permeabilitesi daha düşük olmasıdır.

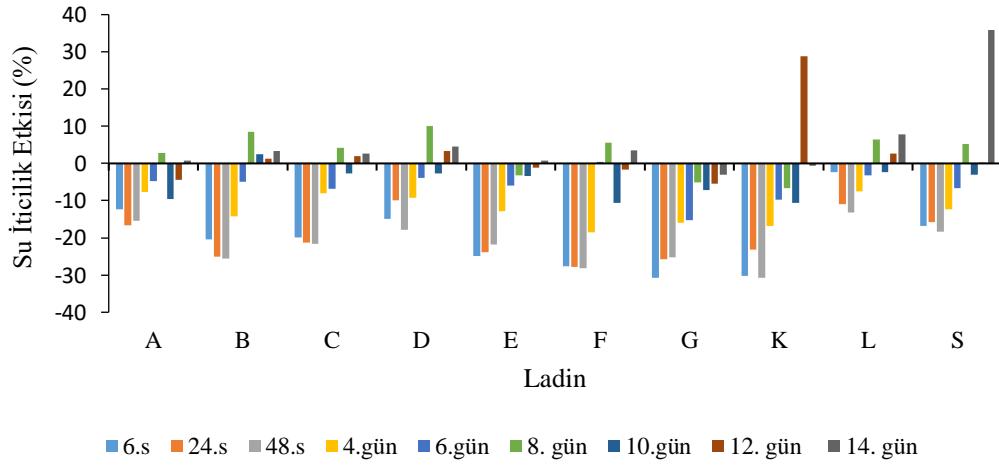
4.5.2. Su İticilik Etkisi Değerleri

Örneklerin farklı bekletme sürelerinde su iticilik etkisi değerleri miktarına ilişkin grafik Şekil 37-38 ’de gösterilmiştir.



Şekil 37. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su iticilik etkisi (%)

Sarıçam test örneklerinin su iticilik etkinlik değerleri Şekil 37’de verilmiştir. Buna göre ilk 6 saate sarıçam test örneklerinde kontrol örneğine göre en iyi su itici etkinlik değeri S (37.60) varyasyonunda gözlemlenmiştir. S varyasyonundan sonra en iyi su iticilik etkinlik değeri L değerinde de gözlemlenmiştir. 14. günün ardından sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine göre en iyi su iticilik etkinliği S (15.83) varyasyonunda gözlemlenmiştir. Genel anlamda tüm varyasyonlarda su iticilik etkinliği değerleri kontrol örneklerine göre daha olumlu gözükmemektedir. A, B ve çok az bir miktarda olsa F varyasyonlarında 48. saatte sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla su iticilik etkisini kaybettiği ve su aldığı gözlemlenmiştir. A, B, F ve L varyasyonlarında 4. günde sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla su iticilik etkisini kaybettiği ve su aldığı gözlemlenmiştir. 6. günden itibaren tüm sarıçam test örneklerine uygulanmış varyasyonlarda kontrol örneklerine kıyasla su iticilik etkinliğinin daha iyi olduğu gözlemlenmiştir. Sarıçam test örneklerinde en düşük su iticilik etkisi 14. günün sonunda F yüzey maddesi uygulanmış test örneklerinde gözlemlenmiştir.



Şekil 38. Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde su iticilik etkisi (%)

Ladin test örneklerinin su iticilik etkinlik değerleri Şekil 38’de verilmiştir. Ladin test örneklerinin su iticilik değerleri sarıçam test örnekleri değerlerinden çok farklı olduğu görülmüştür. Bunun nedeni ladin ağacında geçit aspirasyonu söz konusu olduğundan, çalışmada hiçbir işlem uygulanmayan ladin kontrol örneği sarıçam ağacına kıyasla daha az su bünyesinde barındırmaktadır. Ladin ağacının, sarıçama göre su iticilik etkisi daha yüksektir. Uygulanan yüzey maddelerinin içeriğinde asetik asit bulunduğu için ladin ağacındaki geçitleri genişletmekte ve aspirasyonu bir miktar açmaktadır. Zamanla test

örnekleri üzerinden yıkanan emprenye maddeleri geçitleri genişlettiğinden su alma oranı ladin kontrol örneğine göre artmaktadır. Bunun nedeni olarak değerler negatif çıkmıştır. Buna göre ilk 6 saatte ladin test örneklerinde su iticilik değerinin en düşük olduğu varyasyon G (-30.71) emprenye maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde gözlemlenmiştir. İlk 6 saatte ladin test örneklerinde su iticilik değerinin en yüksek olduğu varyasyon L (-2.35) emprenye maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde gözlemlenmiştir. 14. günün sonunda su iticilik etkinlik değeri en yüksek S (35.91) kabuk ekstraktı uygulanmış ladin test örneklerinde gözlemlenmiştir. 14. günün sonunda su iticilik etkinlik değeri en düşük G (-3.03) emprenye maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde gözlemlenmiştir. K emprenye maddesi uygulanmış ladin test örneklerinde 12. günün sonunda kontrol örneğine kıyasla su iticilik değerinin çok iyi sonuç verdiği ancak 14. günün sonunda kontrol örneğine kıyasla daha düşük sonuç verdiği görülmüştür.

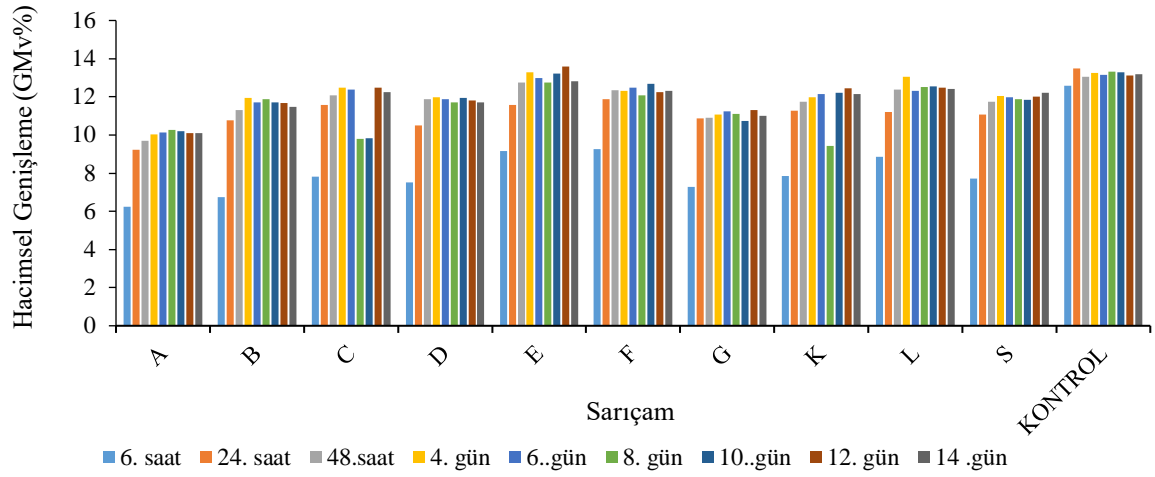
Literatürde yer alan bazı çalışmalarda odun örneklerinin yüzeylerine uygulanan bitkisel kaynaklı ekstraktlar ve yağların kullanımı söz konusudur. Yapılan çalışmalarda; bezir yağı ile yapılan yüzey işlemi uygulamasında %80-106 ağırlık artışı ile önemli derecede azalan rutubet miktarı ve düşük su alma oranları bulunmuşlardır (Bazyar, 2010). Atık yağ ile emprenye işlemi uygulanmış örneklerde su alma oranlarını düşürken, su iticilik etkinliğini zamanla gideren yükselmiştir. Bu azalış ve yükselme ile örneklerin fiziksel özelliklerinin iyileştirilebileceğini belirtmiştir (Tomak, 2011). Parafin vaks/bezir yağının, ağaç malzemenin su almasını önemli oranda engellediği söylenebilir (Özkan vd., 2020). Epoksitlenmiş keten tohumu yağı modifikasyon işlemi, mükemmel su iticilik ve boyutsal stabilite sağlamıştır (Chen vd., 2020). Silikon yağı emdirilen örneklerde su almanın azalması ile malzemenin hidrofobik özelliği artırılarak boyutsal kararlılık sağlanmıştır (He vd., 2019). Tall yağının etkinliğinin araştırıldığı bir başka çalışmada farklı çözücülerde çözünmüş (etanol, metanol, aseton ve su) tall yağının fiziksel özellikleri incelenmiştir. Tall yağının su alma oranı kontrol örneğine kıyasla %66 oranında azalttığı bildirilmiştir (Can ve Sivrikaya, 2016). Yapılan çalışmalarda bu gibi sonuçların elde edildiği atık yağların, bitkisel yağların, bitkisel ekstraktların kullanılan odunun su alma oranını ve su itici etkinliğini üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. (Yıldız, 1994; Hafızoğlu vd., 1994; Venmalar ve Nagaveni, 2005; Wang ve Cooper, 2005; Nakayama ve Osbrink, 2010; Voda vd., 2003; Kartal vd., 2006; Yang ve Clausen, 2007; Li vd., 2008; Singh ve Chittenden, 2008; Tomak, 2011; Özkan vd., 2020). Yapılan bir çalışmada su itici olarak kullanılan maddenin görevi malzemedeki hücresel ve kapılar

boşlukların doldurarak suyun fiziksel olarak odun içine girişini engellemektir (Obanda vd., 2008).

4.6. Genişleme Miktarı ve Genişlemeyi Önleyici Etkinlik Değerleri

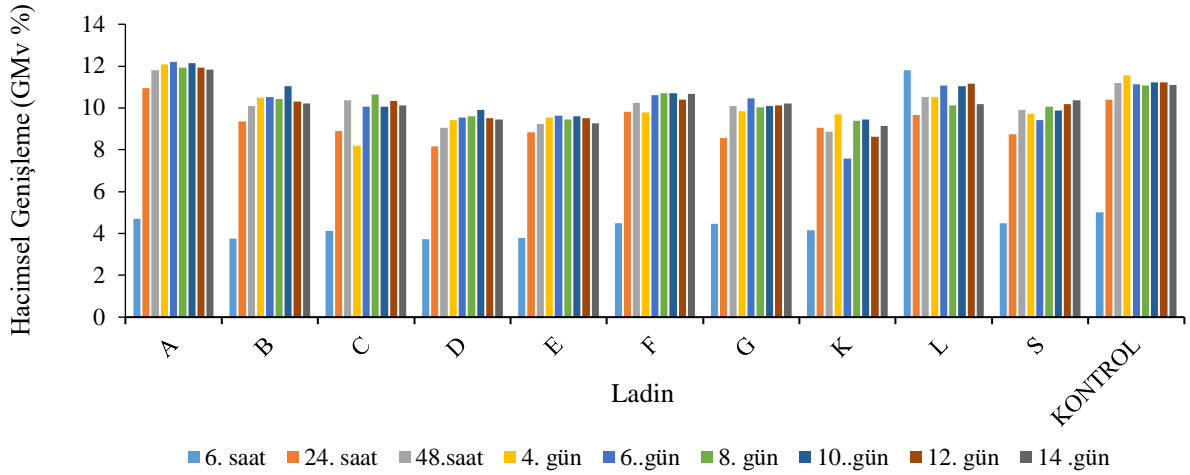
4.6.1 Genişleme Miktarı

Sarıçam ve ladin test örneklerinde hacimsel genişleme miktarı değerleri Şekil 39 ve 40'da verilmiştir.



Şekil 39. Sarıçam örneklerinde hacimsel genişleme miktarı (%)

Sarıçam test ve kontrol örneklerinin hacimsel genişleme miktarlarının yüzdelerle değişimleri Şekil 39'da gösterilmiştir. Kontrol örneklerine kıyasla en düşük hacimsel genişleme miktarı A yüzey maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde gözlemlenmiştir. En yüksek hacimsel genişleme miktarı ise kontrol örneklerine kıyasla 14. günde E yüzey maddesi (13.60) uygulanmış sarıçam test örneklerinde gözlemlenmiştir. Genel anlamda sarıçam test örnekleri hacimsel genişleme miktarı bakımından kontrol örneklerine kıyasla daha düşük değerler görülmüştür.

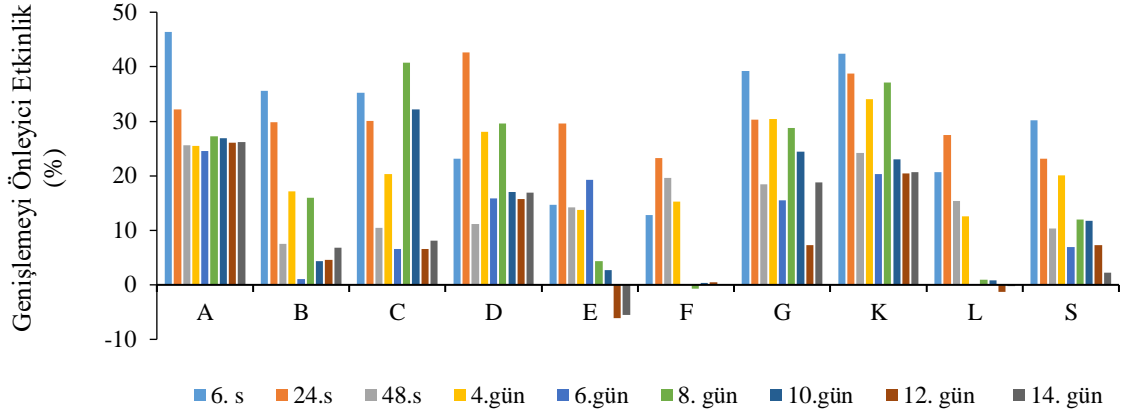


Şekil 40.Suda bekletme sürelerine göre ladin örneklerinde hacimsel genişleme miktarı (%)

Ladin test ve kontrol örneklerinin hacimsel genişleme miktarlarının yüzdelik değişimleri Şekil 40'ta gösterilmiştir. Kontrol örneklerine kıyasla en düşük hacimsel genişleme miktarı K yüzey maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde gözlemlenmiştir. En yüksek hacimsel genişleme miktarı ise kontrol örneklerine kıyasla A yüzey maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde görülmüştür. İlk 6 saatte L emprenye maddesi uygulanmış ladin test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla çok yüksek oranda hacimsel genişlemeye uğradığı gözlemlenmiştir. Genel anlamda ladin test örnekleri hacimsel genişleme miktarı bakımından kontrol örneklerine kıyasla daha düşük değerlere sahip olduğu gözlemlenmiştir. Ladin test örneklerini sarıçam test örneklerine hacimsel genişleme miktarı bakımından kıyasladığımızda sarıçam test örneklerinin daha iyi sonuçlar verdiği gözlemlenmiştir.

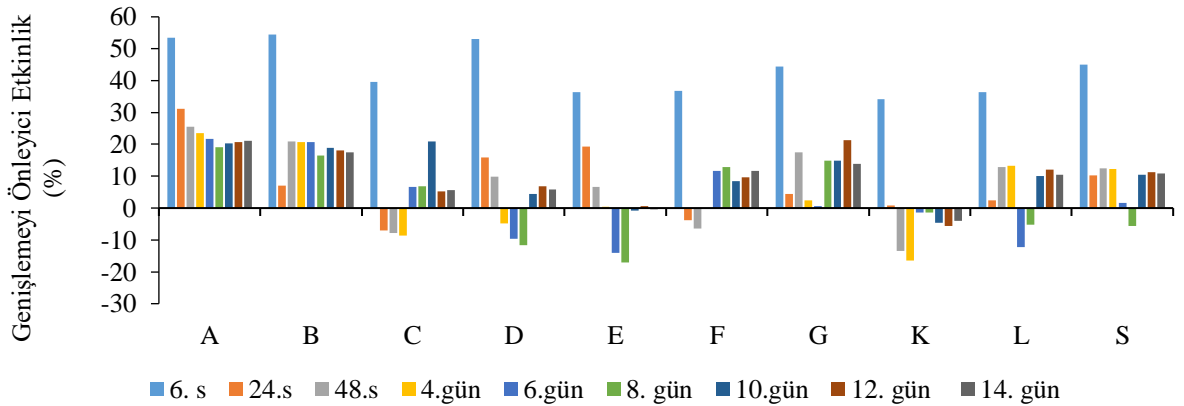
4.6.2. Genişlemeyi önleyici etkinlik

Sarıçam ve ladin test örneklerinin radyal, teğet ve lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri şekil 41- 46'da gösterilmiştir.



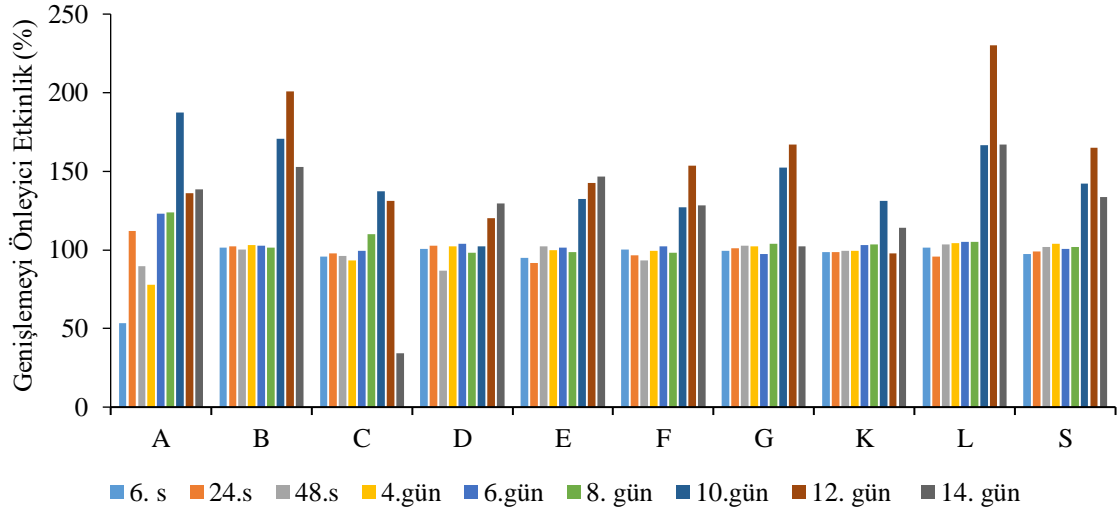
Şekil 41. Suda bekletme sürelerine göre Sarıçam örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Şekil 41’de görüldüğü üzere sarıçam test örneklerinin radyal yöndeki genişleme önleyici etkinliği kontrol örnekler ile kıyaslandığında en yüksek A emprenye maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde gözlemlenmiştir. Bunun nedeni A emprenye maddesinin sarıçam test örneklerinde hacimsel genişleme miktarının en düşük sonucu vermesinden kaynaklıdır. B, C ve G emprenye maddesi uygulanmış test örnekleri 6 ve 24 saatlerde radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinliği daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. 12. gün ve 14. günün sonunda kıyasla E emprenye maddesi uygulanmış sarıçam test örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinliği bakımından düşük olduğu gözlemlenmiştir. Radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinde F ve L varyasyonları kontrol örneğine kıyasla daha düşük sonuçlar verdiği belirtilmiştir.



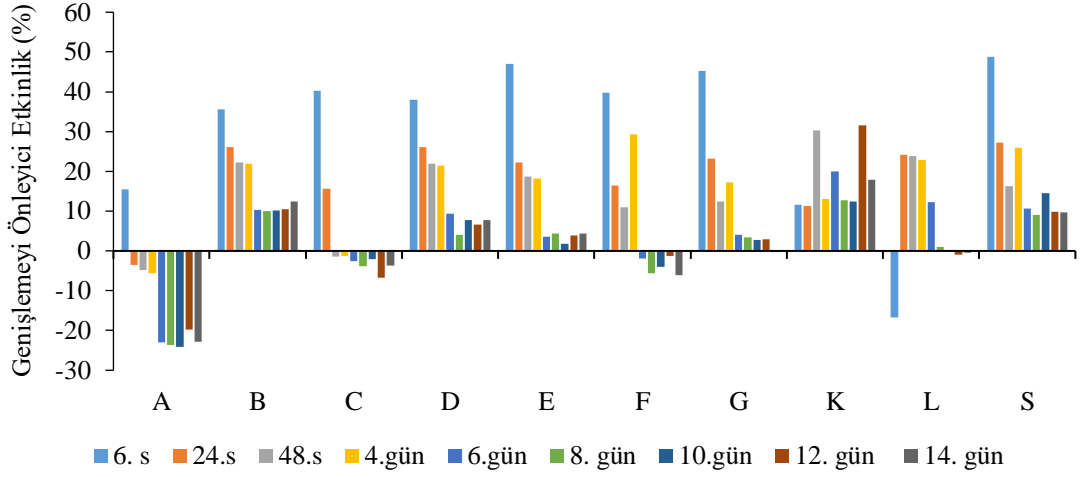
Şekil 42. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Sarıçam test örneklerinin teğet yöndeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri Şekil 42’de verilmiştir. Buna göre sarıçam test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla A ve B varyasyonunda 6. saatten 14. güne kadar iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. D emprenye maddesi uygulanmış sarıçam test örnekleri 6. saatte kontrol örneklerine göre daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. E ve K yüzey maddelerinin uygulanmış olduğu sarıçam test örnekleri kontrol örneklerine göre en düşük teğet yöndeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri elde edilmiştir.



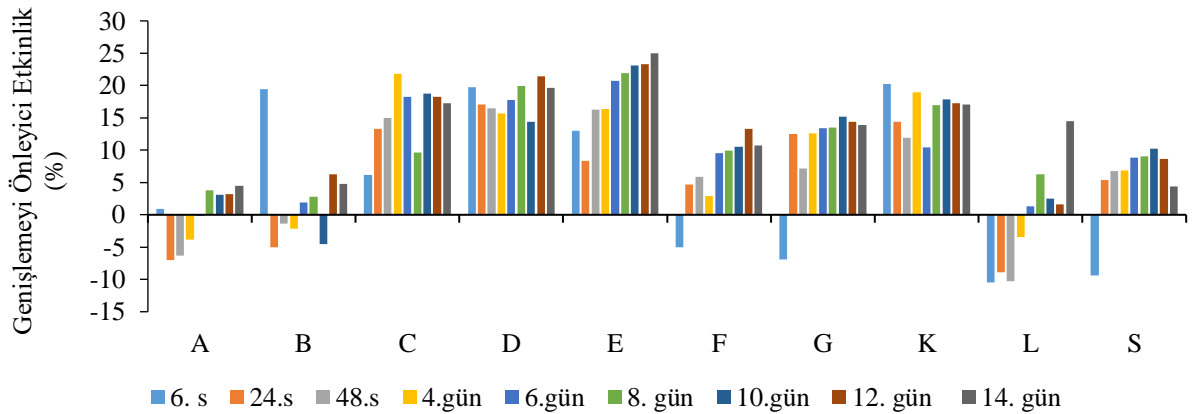
Şekil 43. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Sarıçam test örneklerinin lif yöndeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri Şekil 43’te verilmiştir. Buna göre sarıçam test örneklerinin kontrol örneklerine kıyasla özellikle 10. günden sonra B, G ve L varyasyonlarında daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. A varyasyonu uygulanmış sarıçam test örnekleri özellikle 10. günde kontrol örneklerine kıyasla yüksek olduğu gözlemlenmiştir. 14. günün sonunda lif yöndeki en yüksek değişim L (166.87) yüzey maddesi uygulanmış sarıçam örneklerinde görülmüştür. Sarıçam örneklerinde lif yöndeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri kontrol örneğine göre çok daha iyi sonuçlar vermiştir.



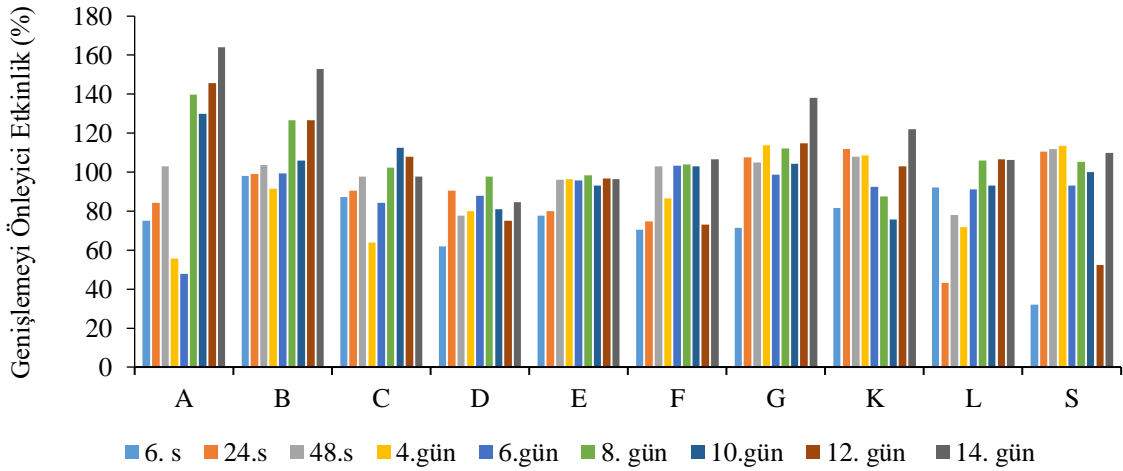
Şekil 44. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri radyal yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Ladin test örneklerinin radyal yöndeki genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri Şekil 44'te verilmiştir. Buna göre sarıçam test örneklerinin teğet yönde genişleme değeri en yüksek E varyasyonunda (meşe kabukları ekstraktı) gözlemlenmiştir. C, D ve K varyasyonlarının da pozitif yönde olduğu gözlemlenmiştir. L yüzey koruma maddesi uygulanmış ladin test örnekleri 6., 24. ve 48. saatlerde kontrol örneklerine kıyasla teğet yöndeki genişleme önleme etkinliğinin çok düşük olduğu gözlemlenmiştir. A ve B varyasyonlarında da aynı saatlerde düşüş olduğu gözlemlenmiştir. Ancak B varyasyonunda ilk 6. saatte radyal yöndeki genişlemeyi önleyici etkinliğin çok yüksek olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 45. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Ladin test örneklerinin teğet yöndeki genişleme önleyici etkinliği Şekil 45'te gösterilmiştir. Buna göre ladin test örnekleri en yüksek K ve S (kayın ve sedir kabukları ekstraktları) yüzey koruma maddesi uygulanmış sarıçam test örneklerinde gözlemlenmiştir. B, D, E ve az da olsa G yüzey koruma maddesi uygulanmış test örnekleri teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinliği pozitif yönde olduğu görülmüştür. A koruma maddesi uygulanmış ladin test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değeri düşük olduğu gözlemlenmiş, bunun nedeni hacimsel genişleme miktarı en fazla olan varyasyon olduğundan dolayı olduğu söylenebilmektedir. C ve F (sarıçam ve karaçam kabukları ekstraktları) yüzey koruma maddesi uygulanmış ladin test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla teğet yönde genişlemeyi önleyici etkinlik değerinde C'de 48. saatten, F de ise 6. günden itibaren düşüş olduğu gözlemlenmiştir. L varyasyonunda ladin test örneklerinde ilk 6. saatte düşüş olduğu gözlemlenmiştir.



Şekil 46. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

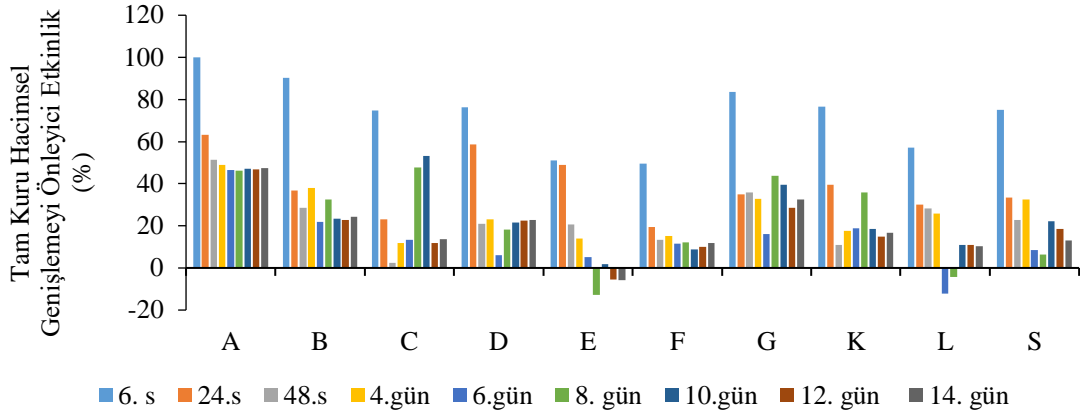
Ladin test örneklerinin lif yönünde genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri Şekil 46'da gösterilmiştir. Buna göre A varyasyonunda (164.04) lif yönünde genişlemeyi önleme etkinliği 14. günün sonunda en yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle 8. günden sonra A varyasyonunda hızlı bir yükselme gözlemlenmiştir. B varyasyonu da lif yönünde genişlemeyi önleme etkinliğinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Lif yönünde genişlemeyi önleme etkinliği en az D varyasyonunda gözlemlenmiştir.

Odunun en önemli olumsuz özelliklerinden biri su ile etkileşime girerek boyutlarında değişmeler olmasıdır. Odun içerisindeki rutubet miktarındaki artma ve

azalmalara bağılı olarak boyutlarında ve hacminde değişmeler göstermektedir. Bu değişmeler odunun çalışması olarak adlandırılmaktadır. Ahşap, tam kuru haldeki rutubet ile LDN (%28-30) arasında bünyesine su alarak boyutları değişmekte ve su kaybederek de daralmaktadır (Var, 2001; Peydecasting, 2008). LDN altında meydana gelen bu olaya odunun çalışması denilmektedir. Lif doğunluğu noktasına (LDN) ıktıktan sonra hücre serbest su alıp vermeye başladığında çalışma meydana gelmez. (Örs ve Keskin, 2001; Peydecasting, 2008). Odun teğet, radyal ve boyuna yönde anizotropik bir yapıya sahiptir. Odun en çok teğet yönde, daha sonra radyal yönde ve en az boyuna yönde çalışmaktadır (Zhang vd., 2006). Sarıçam diri odununu bitkisel yağlarla (fame, bezir ve soya yağı) emprenye edilmiş ve teğetsel yönde değişim oranını en az bezir yağı ile emprenye edilen varyasyonlarda tespit edilmiştir (Temiz vd., 2010). Bazı odunlar, sıvı parafın, katı parafın baz yağı ve vazelin ile emprenye edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, su alma ve boyutsal stabilite testlerinde en iyi sonuçlar sırası ile katı parafın ve vazelin ile muamele edilmiş örneklerden elde edilmiştir (Pelit, 2017). Dış hava koşullarında kullanılan su alabilen bir yapısı olan ahşap malzeme, bünyesine kolayca suyu alabilmekte ve boyutsal kararlılığını olumsuz yönde etkilemektedir (Özkan, 2020). Ketten tohumu yağı mükemmel boyutsal stabilite sağladığı bildirilmiştir (Chen vd., 2020). Silikon yağı emdirilen örneklerde boyutsal kararlılık arttırılmıştır (He vd., 2019). Bitkisel yağların odunun boyutsal kararlılığına etkisi yaygın bir şekilde araştırılmıştır. Bezir yağı + borik asit ile emprenye ettikleri ağaç malzemenin odunun boyutsal kararlılığına etkisini incelemişler ve test örnekleri kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek koruma sağladığı tespit edilmiştir (Temiz vd., 2006). Terziev ve Panov (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise; yağ ile emprenye edilen ve odunun boyutsal kararlılığını %50-60 arasında bulmuşlardır. Bezir yağı su itici özelliği sayesinde odunu mantarlara karşı korur ve odunda boyutsal stabilite sağlar (Demirel, 2018).

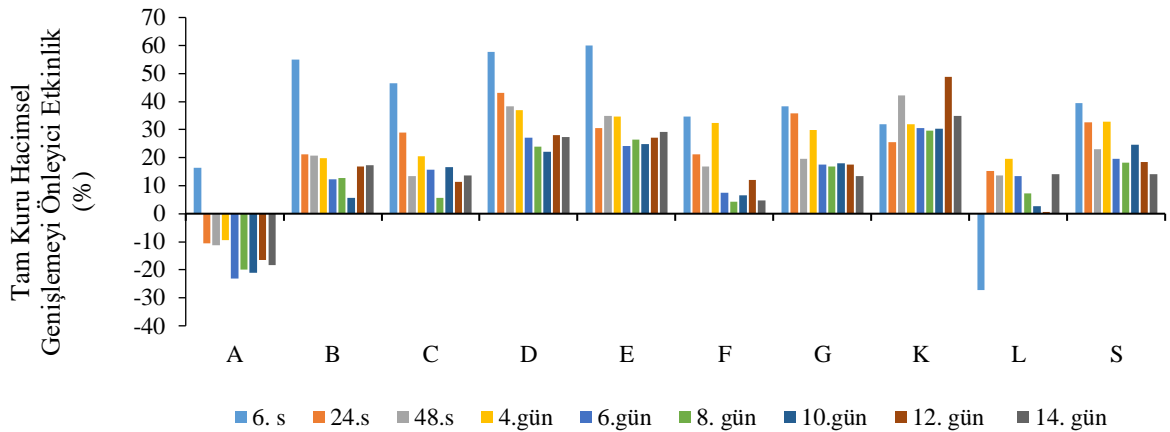
4.6.3. Tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik

Tam kuru hacimsel genişleme miktarı; teğet ve radyal genişleme miktarı değerlerinin toplanmasıyla hesaplanmış, lif yönündeki değerler hesaplamaya dâhil edilmemiştir. Sarıçam ve ladin test örneklerinin tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri şekil 47 ve 48'de gösterilmiştir.



Şekil 47. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örnekleri tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Sarıçam test örneklerinin tam kuru hacimsel genişlemesini önleme etkinlik değerleri Şekil 47'de gösterilmiştir. Buna göre A varyasyonunda (kestane kabukları ekstraktı) ilk 6. saatte tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinliği değeri en yüksek varyasyon olarak gözlemlenmiştir. Diğer saatlerde gözlemlendiğinde direk varyasyonlardan daha iyi sonuçlar elde edildiği gözlemlenmiştir. B, D, G ve K varyasyonları (kızılağaç, kızılçam, göknar ve kayın kabukları ekstraktları) incelendiğinde değerlerinin olumlu olduğu gözlemlenmiştir. E (meşe kabukları ekstraktları) yüzey koruma maddesi uygulanmış sarıçam test örnekleri 8. günün ardından tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değerinde düşüş gözlemlenmiştir. L varyasyonunda (ladın kabukları ekstraktı) 6. gün ve 8. günde düşüş gözlemlenmiştir.

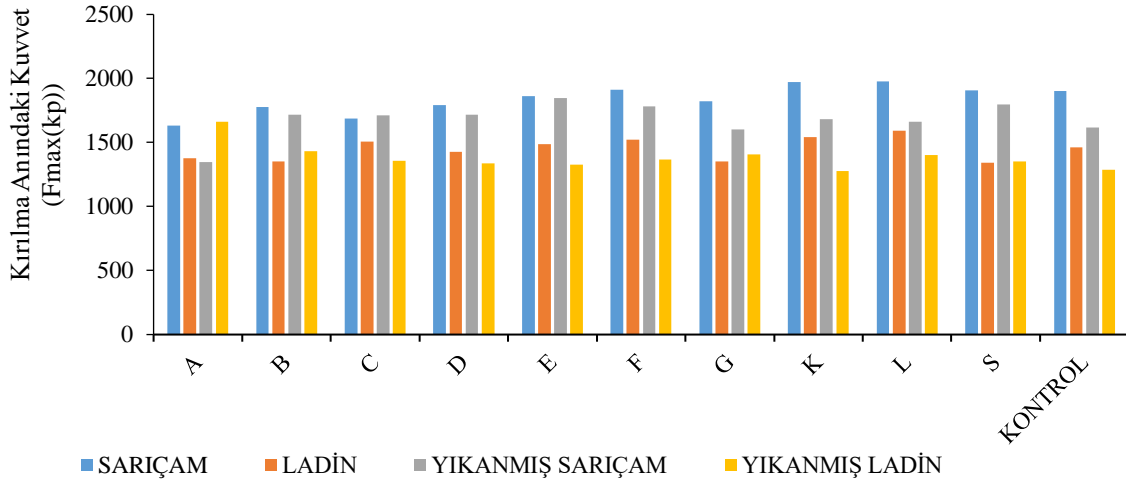


Şekil 48. Suda bekletme sürelerine göre ladin örnekleri tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik (%)

Ladin test örneklerinin tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değerleri Şekil 48’de verilmiştir. Buna göre ladin test örneklerinde tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değerinde ilk 6 saatten sonra A varyasyonunda düşüş olduğu gözlemlenmiştir. 6. saatten 14. güne kadar başta D ve E varyasyonları olmak üzere diğer varyasyonlarda tam kuru hacimsel genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinin pozitif yönde olduğu gözlemlenmiştir. Sadece L varyasyonunun da ilk 6. saatte düşüş gözlemlenmiştir.

4.7. Liflere Paralel Basınç Direnci

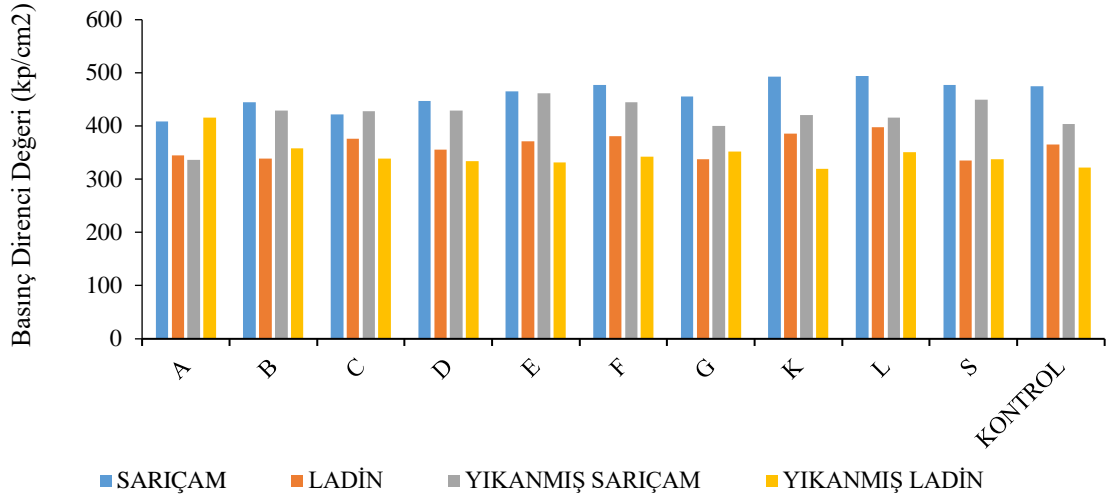
Örneklerin liflere paralel basınç direnci değerleri Şekil ’ de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 49. Test ve kontrol örneklerinin F_{max} değerleri

Şekil 49’ da yıkanmış ve yıkanmamış sarıçam-ladin test ve kontrol örneklerinin kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) değerleri verilmiştir. Yıkanmamış sarıçam örneklerinde L varyasyonu bütün varyasyonlardan daha iyi sonuç vermiştir. Yıkanmış sarıçam örneklerinde ise E varyasyonuna kırılma anında uygulanan kuvvet en yüksek olarak tespit edilmiştir. Sarıçam yıkanmış ve yıkanmamış örnekler olarak ele alındığında ise, yıkanmamış sarıçam örneklerinden daha yüksek değerler elde edilmiştir. Yıkanmamış ladin test ve kontrol örneklerinde L varyasyonunda, yıkanmış ladin örneklerinde ise A varyasyonundan elde edilmiştir. Sarıçam ladin örnekleri genel olarak kıyaslandığında en yüksek F_{max} değerleri sarıçam örneklerinden elde edilmiştir. Bunun nedeni olarak sarıçam

odun örneklerinin yumuşak, ladin odun örneklerinin çok yumuşak odun türlerinden olması bildirilmiştir.



Şekil 50. Test ve kontrol örneklerinin liflere paralel basınç değerleri

Şekil 52' de yıkanmış ve yıkanmamış sarıçam-ladin test ve kontrol örneklerinin basınç direnci değerleri (kp/cm^2) verilmiştir. Yıkanmamış sarıçam örneklerinde L, yıkanmış sarıçam örneklerinde ise E varyasyonunda en yüksek liflere paralel basınç değerleri elde edilmiştir. Sarıçam yıkanmış ve yıkanmamış test örnekleri genel olarak kontrol örneklerine yakın değerler vermiştir. Sarıçam yıkanmış ve yıkanmamış örnekler olarak ele alındığında ise, yıkanmamış sarıçam örneklerinden daha yüksek değerler elde edilmiştir. Yıkanmamış ladin test ve kontrol örneklerinde L varyasyonunda, yıkanmış ladin örneklerinde ise A varyasyonundan elde edilmiştir. Sarıçam, ladin örnekleri genel olarak kıyaslandığında en yüksek liflere paralel basınç değeri yıkanmamış sarıçam örneklerinden L varyasyonundan elde edilmiştir. Laboratuvar ortamında yıkanan örneklerde basınç direnci değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Yıkanma durumuna göre; sarıçam ve ladin örnekleri basit varyans analizi sonuçları ($p < 0.05$) incelendiğinde deneylerde kullanılan örneklerde, yıkanma sonrasında varyasyonlar arası yıkanmış sarıçam örneklerinde liflere paralel basınç direnci değerleri bakımından anlamlı istatistiksel farklılıklar saptanmıştır. Yıkanmış, yıkanmamış ladin ve yıkanmamış sarıçam örneklerinde istatistiksel anlamda fark olduğu saptanmıştır (Tablo 30, $p < 0.05$).

Yapılan bazı çalışmalarda; asidik karaktere sahip yüzey maddelerinin, LPBD değerlerini düşürürken, bazik karakterli yüzey maddelerinin tersi etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Liflere paralel basınç direncinin düşmesinin ana nedeni olarak literatürde,

odunun yapısında ihtiva eden hemiselülozun bozunması olarak bildirilmiştir (Awoyemi ve Westermak, 2005; Talehi vd., 2010; Can, 2011; Şimşek, 2013). Ön işlem uygulanan sarıçam test örneklerinin kontrol örneklerine oranla liflere paralel basınç direncinde azalma olduğunu gözlemlemiştir. 72 saat boyunca daldırma yöntemi ile ön işlem uygulanan örneklerde ise LPBD değerlerinde artış olduğunu belirtmiştir (Bal, 2006). Banda ve Omwe (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, emprenye işleminin LPBD değerini olumlu etkilediğini bildirmiştir (Banda ve Omwe, 1997; Şen, 2001; Bal, 2006; Şimşek, 2013). Sarıçam odununun çeşitli ekstraktif maddeler ile yüzey işlemi uygulanması sonrasında liflere paralel basınç direnci ön işlem uygulanmamış sarıçam örneklerinden daha yüksek değerler vermiştir (Ergut, 2011; Efe ve Kasal, 2007). Güç uygulanan örnekte ezilmeler oluşması ile yapısal çökmeler meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker, 1996; Yıldız vd., 2005; Şimşek, 2013). Ön işlem uygulanan örneklerde hücre boşluklarının doldurulması ve hücre çeper kalınlığını arttırarak LPBD arttırılmaktadır (Lesar ve Humar, 2011).

5. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında ülkemizdeki ormanlarda yaygın olarak yetişen yerli ağaç kabuklarından elde edilen ağaç kabuk ekstraktı değerlendirilerek geliştirilen yüzey koruma maddesinin ahşabın dış ortam performansına, bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Böylece, ülkemizdeki yerli ağaç türlerinin atık olarak kullanılan kabuklarının, ahşap koruma endüstrisinde kullanımına ilişkin dünya çapındaki veri tabanına önemli katkılar sağlanması mümkün olacaktır. Bu amaçlar doğrultusunda yapılan test ve analizlerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

Yüzey koruma maddesinin ahşabın bazı fiziksel özelliklerine etkisi;

Sarıçam ve ladin örneklerine uygulanan yüzey maddelerinin ağırlık değişimine etkisi incelendiğinde en fazla değişim A (kestane) koeuma maddesinde izlenmiştir. Tam kuru yoğunluk değerleri ve hava kurusu yoğunluk değerleri bakımından yakın değerler elde edilmiştir.

Hiçbir koruma işlemi uygulanmayan sarıçam ve ladin odun örneklerine (kontrol) kıyasla, yüzey koruma maddesi uygulanan odun (test) örneklerinin belli sürelerde suda bekletilmesi sonucu su alma oranı daha düşük olup; en az su alma oranı ise E (meşe) ve S (sedir) yüzey koruma maddesi uygulanan örneklerde görülmüştür. Ladin odun örneklerinde ise, en yüksek su alma oranı kontrol örneklerinde olup, en düşük değer ise S (sedir) koruma maddesi uygulamasında gözlemlenmiştir. Ayrıca, sarıçam ve ladin odun örneklerine yüzey koruma maddesi uygulanması su itici etkinliği oldukça artırmış olup, özellikle S (sedir) yüzey koruma maddesinden en yüksek su iticilik ekinlik performansı elde edilmiştir.

14 günlük su alma testi sonunda sarıçam odun örneklerinde radyal, teğet yönde en düşük genişleme miktarı A (kestane) yüzey koruma maddesi uygulamasında izlenmiştir. Lifler yönünde ise, test örneklerinde çok hafif daralmalar oluşmuş, kontrol örneğinde çok az bir genişleme gözlemlenmiştir. Radyal ve teğet yönde genişleme miktarı ladin örneklerinde K (kayın) koruma maddesi, lifler yönünde ise C (sarıçam) koruma maddesi uygulamasında görülmüştür. Bu sonuçlara bağlı olarak; hacimsel genişleme miktarı ve genişlemeyi önleyici etkinlik değerlerinde de sarıçam ve ladin örneklerinde sırasıyla en iyi sonuçlar A (kestane) ve K (kayın) koruma maddelerinden elde edilmiştir.

Yüzey koruma maddesinin ahşabın dış ortam performansına etkisi;

Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam ve ladin odunlarında renk değişimine bakıldığında en düşük renk değişikliği A kabuk ekstraktı uygulanan sarıçam ve E kabuk ekstraktı uygulanan ladin örneklerinde görülmüştür. En yüksek renk değişim değerleri ise sarıçam örneklerinde L ve S, ladin örneklerinde ise G test örneğinde belirlenmiştir.

Yapay dış ortam testine tabi tutulan sarıçam ve ladin odun örneklerinde, yüzey pürüzlülük değişim oranına bakıldığında, en düşük sarıçam yüzeyinde B (kızılağaç) koruma maddesi uygulananlarda, en yüksek ise F (karaçam) maddesi uygulananlardan elde edilmiştir. Ladin odunu yüzeylerinde ise en düşük pürüzlülük değişimi K (kayın) koruma maddesi uygulananlarda, en yüksek değişim oranı ise kontrol örneklerinde izlenmiştir. Genel olarak yüzey koruma maddesi uygulanan örneklerde pürüzlülük değerlerinde azalma görülürken, kontrol örneklerinde artışlar gözlemlenmiştir.

Yapay dış ortam tutulan sarıçam test ve kontrol odun örneklerinin mikroskobik görüntülerine bakıldığında kontrol örneklerine kıyasla kestane (A) ve göknar (G) kabukları ekstraktlarını içeren koruyucu madde uygulanmış test örneklerinde ışık stabilizasyonu sağlanmıştır. Kontrol örneklerine kıyasla en fazla renk koyulaşması kızılağaç ekstraktlarını (B) içeren koruyucu madde uygulanmış test örneklerinde belirtilmiştir. Ladin test örneklerinin mikroskobik görüntüleri incelendiğinde ise kontrol örneklerine kıyasla kızılağaç (B), meşe (E) ve ladin (L) kabukları ekstraktlarını içeren koruyucu madde uygulanmış test örneklerinde ışık stabilizasyonu sağlanmıştır. Kontrol örneklerine kıyasla en fazla renk koyulaşması karaçam kabuk ekstraktlarını (F) içeren koruyucu madde uygulanmış test örneklerinde belirtilmiştir.

Makroskobik görüntüler incelendiğinde 480 saatin sonunda sarıçam test örneklerinde en yüksek puanı (9) sarıçam kabuk ekstraktları (C), en düşük puanı (4) karaçam kabuk ekstraktı içeren koruyucu madde uygulanmış örneklerde gözlemlenmiştir. Ladin örnekleri incelendiğinde, 480 saatin sonunda en iyi puanı (9) kızılağaç kabuk ekstraktları (B), en düşük puanı (5) ise kestane içeren koruyucu madde uygulanmış ve kontrol örneklerde gözlemlenmiştir.

Liflere paralel basınç direnci değişimi;

Standartlara uygun hazırlanan yıkanmış, yıkanmamış test ve kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direnci testinde yıkanmamış sarıçam test örneklerinden en yüksek L

(ladin), en düşük A (kestane) ekstraktı içeren koruyucu madde uygulamalarından elde edilmiştir. Bazı gruplarda, kontrol örneğine yakın değerler elde edilirken bazı gruplarda kontrol örneğinden yüksek değerler elde edilmiştir. Yıkanmış sarıçam örneklerinde ise, en iyi sonuç E (meşe), en düşük A (kestane) yüzey maddesi uygulamasından elde edilmiştir. Yıkanmış sarıçam örneklerinde, A (kestane) koruma maddesi hariç diğer koruma maddelerinin uygulandığı örneklerde, kontrol örneğinden daha yüksek liflere paralel basınç değerleri elde edilmiştir. Yıkanmamış ladin örneklerinde L (ladin) koruma maddesi uygulaması en yüksek, S (sedir) koruma maddesi uygulamasından en düşük değer elde edilmiştir. Yıkanmış ladin örneklerinde A (kestane) koruma maddesi uygulaması en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri sağlarken, en düşük direnç değeri kontrol örneklerinden elde edilmiştir. Genel olarak; yıkanmış yıkanmamış bütün varyasyonlar arasında en iyi sonuç L (ladin) koruma maddesi uygulanan sarıçam örneklerinden elde edilmiştir.

Genel değerlendirme;

Genel olarak incelendiğinde renk değişimi, mikroskopik görüntü ve hacimsel genişleme analizlerinde sarıçam örneklerinde kestane kabukları ekstraktlarıyla (A) hazırlanmış koruyucu maddeler, ladin örneklerinde ise kızılığaç (B) ve meşe (E) kabukları ekstraktlarıyla hazırlanmış koruyucu maddeler daha iyi sonuçlar vermiştir. Özellikle su alma ve su iticilik analizlerinde sedir kabukları ekstraktı (S) içeren yüzey koruyucu maddeleri hem sarıçam hem de ladin test örneklerinde olumlu sonuçlar göstermiştir.

Yapılan bu çalışmada sarıçam ve ladin test örnekleri 14 günlük yıkanma, su alma ve su iticilik testi, liflere paralel basınç direnci, renk değişimi, pürüzlülük değişimi ve 480 saat süreyle uygulanan yapay dış ortam testi sonuçları değerlendirilmiştir. Sarıçam odun yüzeyine uygulanan yüzey koruyucu maddelerin, ladin odunu yüzeyine uygulanan koruma maddelerine kıyasla çok daha iyi sonuçlar gösterdiği ve performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Yıkanma testlerinde ladin örnekleri kısmen negatif sonuçlar göstermiştir. Sedir kabukları ekstraktı içeren koruyucu maddeler sarıçam örneklerinde su iticilik etkisi bakımından çok iyi performanslar sergilemiş, ladin odunu için de kısmen yarı açık mekânlarda (yağmura maruz kalmayan) sedir kabuk ekstraktlarıyla hazırlanan koruyucu maddelerin kullanılabilirliği düşünülmektedir. Sarıçam ve ladin örneklerinde kestane ve ladin kabukları ekstraktları içeren koruyucu madde uygulandığında renk stabilizasyonu sağlandığı görülmüştür.

Ahşap malzeme peyzaj uygulamalarında önemli bir seçenek haline gelmiştir. Pergola, gazebo, çit, korkuluk, duvar kaplama, bank ve çöp kutuları gibi çeşitli peyzaj donatı elemanlarında ahşap malzeme kullanılmaktadır. Ahşabın peyzaj uygulamalarında farklı donatı malzemeleriyle kolay ve estetik birleşim sağlaması, sökülüp yeniden kullanılması ve sistem içindeki parçalarının değiştirilebilmesi gibi tasarımda esneklik avantajı sağlamaktadır (Karadağ vd., 2017). Yapılan bir çalışmada; kullanıcılara zemin döşeme, kuşatma ve perdeleme elemanları, pergola, oturma elemanları, piknik masası, bitki kasası, çöp kutusu, aydınlatma direkleri, işaret ve bilgi levhaları, reklam panoları, çocuk oyun elemanları, köprüler, büfeler ve ağaç evlerde tercih ettikleri ahşap malzeme sorulduğunda tüm donatılarda sarıçam türünü tercih ettiklerini açıklamışlardır. Bu araştırma katılan katılımcıların %54.6'sı kullanılan ahşap malzemenin emprenye edilmiş olmasını tercih etmişlerdir. Katılımcıların ahşap malzemeyle ilgili yaşadığı sorunlardan bir tanesi ahşap malzemenin dayanıksız olması ve uzun süreli korunamaması olmuştur.

Yapılan bu çalışmada sarıçam ve ladin odun türüne uygulanan yüzey koruma maddesi çevre dostu, organik olması ve kolay uygulanabilir olması sebebiyle insanların temas halinde olduğu park ve bahçe mobilyalarında, çocuk parklarında ve üstü kapalı verandalarda peyzaj mimarisi alanında kullanımı öngörülmektedir.

6. ÖNERİLER

“Ağaç Kabuk Ekstraktifi Katkılı Yüzey Koruyucunun Ahşabın Dış Mekân Dayanımına Etkisi” isimli bu tez çalışmasında; sarıçam ve ladin örneklerine uygulanan 10 farklı koruyucu özellikteki kabuk ekstraktlarının odunu ne ölçüde ve ne kadar süreyle koruyacağı gereken testlerle belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yaygın olarak dış ortam koşullarında kullanılan sarıçam ve ladin ağaçları tercih edilmiştir. Malçlama malzemesi olarak değerlendirilen lakin çoğu zaman atıl olarak görülen kabuk türlerinin odun koruma sektöründe kullanımının sağlanması amaçlanmış ve araştırılmıştır. Bu araştırmalar ile aynı kabuk türlerinin aynı testlerde farklı ağaç türlerinde aynı korumayı sağlamadığı tespit edilmiştir. Bu doğrultuda koruyucu yüzey maddelerinin kullanım yerine göre hangi ağaç türü ile kullanılması gerektiği bilinmelidir.

Odun koruma yüzey maddelerinin ekonomik, etkin ve sürekli olması ile birlikte bütün canlı varlıklar için güvenli olması önemli kriterlerdendir. Kabuk ekstraktları ile hazırlanan yüzey maddeleri hem sağlıklı hem de doğa dostu olması sebebiyle odun koruma maddesi olarak yarı açık alanlarda kullanımı söz konusudur. Bu tez çalışması kapsamında bazı kabuk ekstraktlarından ahşap koruma endüstrisine çevre dostu organik bir ahşap koruma maddesi kazandırmaya yönelik bir katkı sağlamıştır.

Tez kapsamında kullanılan kabuk ekstraktlarıyla hazırlanmış yüzey koruyucu maddenin organik olması, çevreye zarar vermeyen çevre dostu bir ürün olması insan sağlığı ve çevre kirliliği açısından önemli bir etkidir. Odunun kullanım yerine göre en uygun kimyasal koruyucu madde ve uygulama yöntemiyle muamele edilmesi sonucunda ahşabın servis ömrünün uzatılması söz konusudur. Diğer bütün endüstri ve teknoloji kollarında az ya da çok olduğu gibi, odun koruma teknolojisinde kullanılan bu kimyasal koruyucu maddelerin ve uygulama yöntemlerinin çevreye olumsuz etkisi bulunabilmektedir. Odun emprenye tekniğinde kullanılan bütün kimyasal maddeler ve yöntemler son dönemlerde önemli bir sorgulama sürecinden geçmektedir. Kimyasal yollarla ağaç malzemenin korunmasında çevre sağlığı bakımından bazı sakıncalar ortaya çıkmış bulunmaktadır. Bu sakıncalar emprenye maddesinin tipine ve yöntemine göre de farklılık göstermektedir. Ahşap koruma maddeleri üzerinde yapılan araştırmalarda;

özellikle çevreyi kirletmeyen kimyasallar tercih edilmekte, diğerlerinden ise vazgeçilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan yüzey koruma maddesinin peyzaj tasarımlarında kullanılan ahşap malzeme kullanılmasına yönelik araştırma yapılmıştır. Yapılan araştırmaya göre tasarım kriterlerinden biri olan maliyet konusu üzerinde durulmuştur. Ahşap malzemeye uygulanan koruyucu maddelerinin çoğu yurtdışından ithal edilmektedir. Yurtdışından ithal edilen bu koruyucu maddelerin ahşaba uygulanmasıyla birlikte ahşap malzeme fiyatlarının da yüksek olması sebebiyle tasarımdaki maliyet bir hayli artmaktadır. Bu tez kapsamında kullanılan yüzey koruma maddesi sayesinde peyzaj mimarisinde ahşaba uygulanan yüzey koruma madde uygulamasının maliyetini minimal düzeyde tutabileceğini, kolay uygulanabilirliği sayesinde ürünün bakımının en uygun şekilde yapılabileceği öngörülmektedir. Katı-sıvı temas açısı değerlerinin belirlenmesi, özellikle su iticilik değeri yüksek olan varyasyonlarda ileri bir araştırma olarak önerilebilir. Kabuk ekstraktlarındaki fenolik bileşenler, tanen bileşenleri, polar olmayan birimler, vb. bileşen gruplarının belirlenmesine yönelik elementer analiz çalışmalarının yapılması önerilebilir. Maliyet analizi yapılarak bu türden kabuk ekstraktlarının geleneksel yüzey işlem maddelerinden daha ekonomik olabileceği yönünde çalışmaların yapılması önerilebilir.

Sonuç olarak bu çalışmada kullanılan yüzey koruma maddesinin doğa dostu olması nedeni ile insanların temas halinde olduğu yarı açık veya tam kapalı mekânlardaki çocuk parklarında, park ve bahçe mobilyalarında, üstü kapalı verandalarda kullanılabileceği öngörülmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Ahmet, V., Ahşap Malzemede Su Alımının Parafin Vaks,Bezir Yağı Karışımıyla Azaltılması. Turkish Journal of Forestry, 2, 1, (2009), 97-110.
- Akkuş M., Renk Açma İşleminin Termal Modifikasyon Yapılmış Bazı Ağaç Malzemelere Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi, Düzce, 2012.
- Anderson, A. B., Leonard, J. H. ve Nicholls, G. A., Bonding Particleboards With Bark, 1961.
- Archer, K. ve Lebow, S., Wood preservation. In Primary Wood Processing. Springer, Dordrecht, 2006, 297- 338.
- ASTM D660-93 Standard., Test Method for Evaluating Degree of Checking of Exterior Paints. ASTM International. West Conshohocken, 2011.
- ASTM D661-93 Standard., Test Method for Evaluating Degree of Cracking of Exterior Paints. ASTM International. West Conshohocken, 2011.
- ASTM D662-93 Standard., Test Method for Evaluating Degree of Erosion of Exterior Paints. ASTM International. West Conshohocken, 2011.
- ASTM G154-16., Standard Practice for Operating Fluorescent Ultraviolet (UV) Lamp Apparatus for Exposure of Nonmetallic Materials. ASTM International. West Conshohocken. PA. www.astm.org, 2016.
- Atılğan A., Göktaş O. ve Peker H., Pinar Bitki Ekstraktından Elde Edilen Doğal Boyanın Ahşap Malzemeye Üst Yüzey Olarak Uygulanması. ACÜ Orm Fak Derg 12, 2 (2011), 139- 147.
- Atılğan, A., Ersen, N. ve Peker, H., Çay Bitki Ekstraktı ile Muamele Edilen Odun Türlerinde Retensiyon Değerleri, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, c. 13, s. 2, (2013), 278-286.
- Awoyemi, L. ve Westmark, U., Effects of Borate Concentration for Alleviating Strenght Loss During Heat Treatment of Wood. Wood Sci Technol 39 (2005), 484- 491.
- Bal, B.C., Amonyaklı Bakur Quat (ACQ) Emprenye Tuzu ile Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, 2006.
- Bazyar, B., Parsapajouh, D. ve Khademiesalam, H., An İntestigation On Some Physical Properties Of Oil Heat Treated Poplar Wood. In 41st Annual Meeting Of The International Research Group On Wood Protection, 9-130510, France, 2010.
- Bozkurt, A., Göker, Y. ve Erdin, N., Emprenye Tekniği. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, (1993), 429.

- Bozkurt, Y. ve Erdin N., Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:3998/445, İstanbul, 1997.
- Bozkurt. A. Y., ve Erdin. N., Ağaç Teknolojisi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, 2011.
- Brandts, T. G., Mangrove Tannin-Formaldehyde Resins As Hot-Press Plywood Adhesives. Balai Penjelidikan Kehutanan (Djawatan Kehutanan, Kementerian Pertanian), 1953.
- Browning, B. L., Methods of Wood Chemistry. Interscience Publishers, 1967.
- Buchner, J., Irle, M., Belloncle, C., Michaud, F. ve Macchioni, N., Fungal and bacterial colonies growing on weathered wood surfaces. Wood Material Science and Engineering, 14, 1 (2019), 33-41.
- Budakçı M. ve Atar M., Açık hava koşullarında bırakılmış sarıçam (pinus sylvestris l.) odununda renk açma işleminin sertlik ve parlaklığa etkisi, TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Dergisi, c. 25, (2001), 201-207.
- Budakçı, M. ve Karamanoğlu, M., Açık Hava Koşullarının Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkileri, Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 14, 1 (2014), 37-47.
- Budakçı, M., Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı ve Üretimi. Politeknik Dergisi, 9, 1 (2006), 53-58.
- Budakçı, M. ve Sönmez, A., Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 2010, 25.
- Calogero G. ve Marco G., Red Sicilian Orange And Purple Eggplant Fruits As Natural Sensitizers For Dye-Sensitized Solar Cells, Solar Energy Materials & Solar Cells 92 (2008), 1341- 1346.
- Can, A., Endüstriyel Ölçekli Isıl İşlem ve Borlu Bileşiklerle Emprenyenin Odunun Bazı Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
- Can, A., Su İtici Maddeler ile Kombine Edilmiş Bazı Emprenye Maddelerinin Performansının İncelenmesi, Doktora Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 2018.
- Can, A. ve Sivrikaya H., Dimensional Stabilization Of Wood Treated With Tall Oil Dissolved In Different Solvents. Maderas. Ciencia Y Tecnología, 18, 2 (2016), 317-324.

- Ceylan, S., Ticari Olarak Kullanılan Bazı Ahşap Koruyucu Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Doğu Kayını Ve Sariçam Odununda Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2019.
- Chang, S.T., Wu, S.Y., Kang, P.L., Yang, N.S. ve Shyur, L.F., Antioxidant activity of extracts from acacia confusa bark and heartwood, *J. Agric. Food Chem.*, 49 (2001), 3420- 3424.
- Chen, C., Kuang, Y., Zhu, S., Burgert, I., Keplinger, T., Gong, A. ve Hu, L., Structure–Property–Function Relationships Of Natural And Engineered Wood. *Nature Reviews Materials*, 5, 9, (2020), 642-666.
- Ciesla, W. M., Non-Wood Forest Products From Temperate Broad-Leaved Trees. Rome: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 2002.
- Demirel, G.K., Odun Korumada Polimerize Edilmiş Bitkisel Yağların Kullanılabilirliğinin Araştırılması, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2018.
- Doğan, B., Boraks Ve Borik Asit İle Emprenye Edilmiş ve Isıl İşlem Görmüş Karaçam Odununun Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, 2018.
- Douf, P.N., Merlin, A. ve Perrin, D., Antioxidant Properties of Wood Extracts and Clour Stability of Woods, *Ann. For. Sci.*, 63, (2006), 525-534.
- Dönmez, İ. E. ve Dönmez, Ş., Ağaç Kabuğunun Yapısı ve Yararlanma İmkânları, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2013, 156-162.
- Durmaz, S., Özgenç, Ö., Boyacı, İ. H., Yıldız, Ü. C. ve Erişir, E., Examination Of The Chemical Changes İn Spruce Wood Degraded By Brown-Rot Fungi Using FT-IR And FT-Raman Spectroscopy. *Vibrational Spectroscopy*, 85 (2016), 202-207.
- Ekinci, M. ve Dursun, A., Sebze Yetiştiriciliğinde Malç Kullanımı. *Derim*, 23, 1 (2006), 20-27.
- Ergür, O. M. ve Kartal, S. N., Orman Ürünleri Endüstrisinde Çevre Kirliliği ve Kontrolü. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2001, 43-52.
- Feist W., Weathering and Protection of Wood. Seventy-ninth Annual Meeting of the American Wood-Preserves Association, 1983, 195-203.
- Feist, W. C., Outdoor wood weathering and protection. Archaeological wood, properties, chemistry, and preservation. *Advanced in Chemistry Series*, 225 (1990), 263-298.
- Fengel, D. ve Wegener, G., *Wood: Chemistry Ultrastructure and Reactions*. Berlin: De Gruyter, 1983.
- Gençay, E., Açık Hava Koşullarında Sariçam (*Pinus Sylvestris L.*) Ve Kestane (*Castanea Sativa Mill.*) Odunlarının Kimyasal Yapısında Meydana Gelen Değişikliklerin

Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 2010.

Gindl, W. ve Teischinger, A., Comparison of the TL-Shear Strength of Normal and Compression Wood of European Larch. *Holzforschung*, 2003, 421-426.

Göktaş O., Baysal E., Özen E., Mammadov R. ve Duru E.M., Decay Resistance and Color Stability of Wood Treated With Juglans Regia Extract. *Wood Research*, 53, 3 (2008), 27-36.

Göktaş O., Duru M., Yeniocak M. ve Özen E., 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*, Vol 58, No: ½, 2008.

Göktaş O., Özen E., Baysal E., Mammadov R., Alma H. ve Sönmez A., Color Stability of Wood Treated with Madder Root (Rubia tinctorium L.) Extract After Lightfastness Test. *Wood Research*, 54, 1 (2009), 37-44.

Göktaş O., Özen E., Duru M.E. ve Mammadov R., 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 (2009), 63-72.

Guo, B., Liu, Y., Zhang, Q., Wang, F., Wang, Q., Liu, Y. ve Yu, H., Efficient Flameretardant And Smoke-Suppression Properties Of Mg–Al-Layered Double-Hydroxide Nanostructures On Wood Substrate, *ACS Applied Materials & Interfaces*, 9, 27, (2017), 23039-23047.

Güler, S.B., Ahşabın Yaşam Döngüsü Çerçevesinde Koruma Ve Onarım Metotlarının Analizi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2011.

Güngör. M., Süperhidrofobik Nano Parçacıklar Eklenen Bazı Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Performans Özellikleri, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2018.

Hafizoğlu, H., Orman Ürünleri Kimyası. Trabzon: K.T.Ü Orman Fakültesi, 1982.

Hafizoğlu, H., Yalınkılıç, M. K., Yıldız, Ü. C., Baysal, E., Peker, H. ve Demirci, Z., Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilmesi. TÜBİTAK TOAG-875 Nolu Projesi, 274, 1994.

Hafizoğlu H., Açık Alan Koşullarının Ahşap Üzerine Etkisi Ve Alınacak Koruyucu Önlemler. Z.K.Ü Seminer Notu, 2002, 17-20.

Hall, R. B., Leonard, J. H. ve Nicholls, G. A., Bonding Particle Board With Bark Extracts. *Forest Products Journal*, 1960, 263-272.

Harkin, J. M. ve Rowe, J. W., Bark and Its Possible Uses. U.S.A: U.S. Department of Agriculture (USDA), 1971.

- He, Z., Qu, L., Wang, Z., Qian, J. ve Yi, S., Effects Of Zinc Chloride–Silicone Oil Treatment On Wood Dimensional Stability, Chemical Components, Thermal Decomposition and Its Mechanism. *Scientific Reports* 9, 1 (2019), 1-7.
- Hon D., Shiraishi N. ve Owen., Photochemistry of Wood. *Wood and Cellulosic Chemistry*, ed. Markel Dekker, New York, 2001, 525-555.
- Howard, E. T., Bark Structure of Southern Upland Oaks. *Scientific Journal (JRNL)*, 1977, 172-183.
- ISO / DIS 7724-2, Paints and varnishes – Colorimetry – Part 2: Colour measurement (Revision of ISO 7724-2: 1984), 1997.
- ISO E 4287, Geometrical product specifications (GPS). Surface texture. Profile method. Terms. definitions and surface texture parameters. International Organization for Standardization. Geneva, 1997.
- Jerez, M., Selga, A., Sineiro, J., Torres, L., J. ve Nùnez, M., J., A Comparison Between Bark Extracts from Pinus Pinaster and Pinus Radiata: Antioxidant Activity and Procyanidin Composition, *Food Chemistry*, 100, (2007), 439-444.
- Kadir, A. K., Drugs From Plants. A. Bruce, J. W. Palfreyman, *Forest Products Biotechnology* 209-234. U.K: Taylor/Francis, 1998.
- Kartal N. S., Hwang W. J., Imamura Y. ve Sekine Y., Effect of Essential Oil Compounds and Plant Extracts on Decay and Termite Resistance of Wood, *Holz als Roh- und Werkstoff*, vol. 64, (2006), 455-461.
- Kartal, S. N. ve Unamura, Y., Borlu Bileşiklerin Emprenye Maddesi Olarak Ağaç Malzeme ve Kompozitlerde Kullanımı. *Uluslararası Bor Sempozyumu* 333- 338. Eskişehir: TMMOB Maden Mühendisleri Odası, 2004.
- Kazemi S. M., Hosseinzadeh A. ve Rezae M.B., The Effect Of Woody and Non Woody Plants Extractives On Microbial Resistance Of Non-Durable Species”, *Journal Of Agricultural Sciences and Natural Resources*, Vol. 13, No. 2, (2006), 183-193.
- Kemppainen, K., Siika-aho, M., Pattathil, S., Giovando, S. ve Kruus, K., Spruce Bark As An Industrial Source Of Condensed Tannins and Non-Cellulosic Sugars. *Industrial Crops and Products*, 52 (2014), 158-168.
- Kerimoğlu Ö., Anadolu Kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) Odununda Yıkama İşleminin Bazı Fiziksel, Kimyasal Mekanik ve Dayanım Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2019.
- Kılıç. A. ve Hafizoğlu. H., Açık Hava Koşullarının Ağaç Malzemenin Kimyasal Yapısında Meydana Getirdiği Değişimler ve Alınacak Önlemler, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 2007, 175-183.

- Kılınçarslan, Ş., ve Şimşek, Y., Ahşap Malzemelerin Islanabilirlik Özelliği Üzerine Isıl İşlem Uygulamasının Etkisi. Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi, 8, 2 (2020), 460-466.
- Kocaefe, D. ve Saha, S., Comparison Of The Protection Effectiveness of Acrylic Polyurethane Coatings Containing Bark Extracts on Three Heat-Treated North American Wood Species: Surface Degradation, Appl. Surf. Sci. 258 (2012), 5283e5290.
- Koparan, İ., Kızılcım (Pinus Brutia Ten.) ve Karaçam (Pinus Nigra Subsp.) Kabuklarının Malçlama Tekniği Olarak Kullanım Olanakları, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 2015.
- Kurtoğlu, A., Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 2000.
- Laks, P., Mckaig, P. A. ve Hemingway, R. W., Flavanoid Biocides: Wood Preservatives Based On Condensed Tannins, Holzforschung, 1988, 299-306.
- Li, S., Freitag, C. ve Morrell, J.J., Preventing Fungal Attack Of Freshly Sawn Lumber Using Cinnamon Extracts, Forest Products Journal 58. Nakayama, 2008.
- Lin C. Y., Wu C. L. ve Chang S. T., Evaluating The Potency Of Cinnamaldehyde As A Natural Wood Preservative”, International Research Group Wood Preservation, Sweden, 2007.
- Lotz, W. R. ve Hollaway, D. F., U.S.A Patent No. Wood preservation. US patent no. 4732817, 1987.
- Lyon, F., Thevenon, M., F., Imamura, Y., Gril, J. ve Pizzi, A., Development of Boron/Linseed Oil Combined Treatment as A Low-Toxic Wood Protection. Evaluation of Boron Fixation and Resistance to Termites According to Japanese and European Standards, 38th IRG Annual Meeting, November, Taiwan, IRG/WP 07-30448, 2007.
- Marais, B. N., Brischke, C. ve Militz, H., Wood Durability In Terrestrial And Aquatic Environments–A Review Of Biotic and Abiotic Influence Factors. Wood Material Science Engineering, 2020, 1-24.
- Mitchell, R. ve Sleeter, T. D., Protecting Wood From Wood Degrading Organisms. US Patent No.U.S.A Patent No. 4220688, 1980.
- Mori M., Aoyama M., Doi S., Kanetoshi A ve Hayashi T., Antifungal Activity Of Bark Of Decidious Trees, Holz als Roh, vol. 55, 1997, 130-132.
- Mourant D., Yang D. Q., Lu X. ve Roy C., Decay Resistance of PF-Pyrolytic Oil Resintreated wood, Forest Product Journal, vol. 57, no. 5, 2007, 30-35.
- Nakayama, F. S. ve Osbrink, W. L., Evaluation Of Kukui Oil (Aleurites Moluccana) For Controlling Termites. Industrial Crops And Products, 31, 2 (2010), 312-315.

- Nemli, G., Gezer, E. D., Yıldız, S., Temiz, A. ve Aydın, A., Evaluation of the Mechanical, Physical Properties and Decay Resistance of Particleboard Made From Particles Impregnated With Pinus Brutia Bark Extractives. *Bioresource Technology*, 2006, 2059–2064.
- Ogunwusi, A. A., Potentials Of Industrial Utilization Of Bark. *J Nat Sci Res*, 3, 2013, 106-15.
- Olsson, T., Megnis, M., Varna, J. ve Limdborg, H., Measurement of the Uptake of Linseed Oil in Pine by the Use of an X Ray Microdensitometry Technique, *Journal of Wood Science*, 47 (2001), 275-281.
- Owen J., Owen N. ve Feist W., Scanning Electron Microscope and Infrared Studies of Weathering in Southern Pine. *Journal of Molecular Structure*, 300 (1993), 105-114.
- Örs, Y. ve Atar, M., Sapsız Meşe (Quercus Petraea Spp.) Odununda Emprenye Etme ve Renk Açma İşleminin Vernik Katman Sertliğine Etkileri, *Politeknik Dergisi*, Ankara, 2000.
- Örs Y. ve Atar M., Kayın Odununda Emprenye ve Renk Açma İşlemlerinin Vernik Katman Sertliğine Etkileri, *Tübitak Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, c. 25, (2001), 443-450.
- Örs, Y. ve Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, Yayın No:02, İstanbul, 2001.
- Özdemir F., Tutuş A. ve Şen S., Laminat Parkede Bazı Yanmayı Geciktirici Kimyasalların Beyaz ve Esmer Çürüklük Mantarlarına Karşı Direncinin Araştırılması, *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c.14, s.2 (2013), 172-179.
- Özdemir, T., Temiz, A. ve Aydın, İ., Effect of Wood Preservatives on Surface Properties of Coated Wood. Hindawi Publishing Corporation, 2015, 1-6.
- Özen, E., Yeniocak, M., Göktaş, O., Alma, M. H. ve Yılmaz, F., Antimicrobial and Antifungal Properties Of Madder Root (Rubia Tinctorum) Colorant Used As An Environmentally-Friendly Wood Preservative. *Bioresources*, 9, 2 (2014), 1998-2009.
- Özgenç, Ö., Okan, O. T., Yıldız, Ü. C. ve Deniz, I., Wood Surface Protection Against Artificial Weathering With Vegetable Seed Oils. *Bioresources*, 8, 4 (2013), 6242-6262.
- Özgenç, Ö., Yıldız, Ü. ve Yıldız, S., Odun Yüzeylerinin Bazı Yeni Nesil Emprenye Maddeleri ve Üst Yüzey İşlemleri ile Açık Hava Etkilerine Karşı Korunması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14, 2 (2013), 203-215.
- Özgenç, Ö. ve Yıldız, Ü. C., Surface Characteristics Of Wood Treated With New Generation Preservatives After Artificial Weathering. *Wood Research*, 59, 4 (2014), 605-616.
- Özgenç, Ö., Durmaz, S., Kuştaş, S. ve Erişir, E., Bazı Ağaç Kabuk Ekstraktlarının Antifungal Özelliklerinin Belirlenmesi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 2016, 148-152.

- Özgenç, Ö., Durmaz, S., Boyacı, I. H. ve Eksi-Kocak, H., Determination Of Chemical Changes In Heat-Treated Wood Using ATR-FTIR and FT Raman Spectrometry. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular And Biomolecular Spectroscopy*, 171, (2017), 395-400.
- Özkan, E., Arpacı, Ş. S., Tomak, E. D. ve Yıldırım, N., Atık Yağ ile Emprenye İşleminin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Bursa Teknik Üniversitesi Ağaç Ve Orman Dergisi*, 2020, 36-41.
- Pandey, K. K. ve Pitman, A. J., Weathering Characteristics Of Modified Rubberwood (Hevea Brasiliensis). *Journal Of Applied Polymer Science*, 85, 3 (2002), 622-631.
- Papadopoulos, A., An Investigation Of The Cell Wall Ultrastructure Of The Sapwood Of Ten Greek Wood Species By Means Of Chemical Modification. *European Journal Of Wood And Wood Products*, 2005, 437-441.
- Passialis, C. N. ve Voulgaridis, E. V., Water Repellent Efficiency Of Organic Solvent Extractives From Aleppo Pine Leaves and Bark Applied To Wood, 1999.
- Pasztory, Z., Mohacsine, I. R., Gorbacheva, G. ve Börcsök, Z., The Utilization of Tree Bark. *Bioresource Technology*, 2016, 7859-7888.
- Patrocínio, A.O.T., Mizoguchi, S.K., Paterno, L.G., Garcia, C.G. ve Iha, N.M., Güneş Enerjisi Dönüşümü İçin Verimli Ve Düşük Maliyetli Cihazlar: Bazı Doğal Boyaya Duyarlı Güneş Pillerinin Verimliliği ve Kararlılığı. *Sentetik Metaller*, 159, 21-22 (2009), 2342-2344.
- Peydecastaing, J., Chemical Modification Of Wood By Mixed Anhydrides, Doktora Tezi, Universitede Toulouse, Eylül, 2008, 9-231.
- Pizzi, A., Recent Developments In Eco-Efficient Bio-Based Adhesives For Wood Bonding: Opportunities and Issues. *Journal Of Adhesion Science And Technology*, 20, 8 (2006), 829- 846.
- Plomley, K. F., Tannin-Formaldehyde Adhesives For Wood. *Division Of Forest Products Technological*, 1966, 16-19.
- Rosengren, A. H., Jokubka, R., Tojjar, D., Granhall, C., Hansson, O., Li, D. Q. ve Renström, E., Overexpression Of Alpha2a-Adrenergic Receptors Contributes To Type 2 Diabetes. *Science*, 327, 5962 (2010), 217-220.
- Saha, S., Kocaefe, D., Boluk, Y. ve Pichette, A., Enhancing Exterior Durability of Jack Pine By Photo-Stabilization of Acrylic Polyurethane Coating using Bark Extract. Part I: Effect of UV on Color Change and ATR-FT-IR Analysis, *Progress In Organic Coatings*, 70 (2011), 376-382.
- Sailer, M., Rapp, A., O. ve Peek, R., D., Biological Resistance Of Wood Treated With Waterbased Resins Resins And Drying Oil In A Mini-Block Test, 29. IRG Annual Meeting, June, Maastricht, Netherland, IRG-WP 98-40107, 1998.

- Singh, T. ve Chittenden, C., Antifungal Activity Of Essential Oils Against Common Wood Degrading/Decaying Fungi. 39. In IRG Annual Meeting, IRG/WP, 08-30465, İstanbul, 2008.
- Sjöström, E., Wood Chemistry Fundamentals and Applications. California, USA: Academic Press, 1981.
- Smith A. L., Campbell C. L., Walker D. B. ve Hanover J. W., Extracts From Black Locust As Wood Preservatives: Extraction of Decay Resistance From Black Locust Heartwood, Holzforshung, vol.43, no.5, 1989, 293-296.
- Sopp, L. ve Kolozs, L., Fatömeg-Számítási Táblázatok [Wood Volume Tables]. Állami Erdészeti Szolgálat, Budapest, 2000, 24-27.
- Söğütlü, C. ve Sönmez, A., Değişik Koruyucular İle İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda Uv Işınlarnın Renk Değiştirici Etkisi. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 21, 1, 2006.
- Sönmez, A., Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri I: Hazırlık ve Renklendirme, II. Baskı, Cem Web Ofset, Ankara, 2005, 132.
- Spear, M., J., Hill, C., A., S., Curling, S., F., Jones, D. ve Hale, M., D., Assessment Of The Envelope Effect Of Three Hot Oil Treatments: Resistance To Decay By Coniophora Puteana And Postia Placenta, 37. IRG Annual Meeting, Tromsø, Norway, 2006, IRG-WP 06-40344.
- Suzuki, T., Doi, S., Yamakawa, M., Yamamoto, K., Watanabe, T. ve Funaki, M., Recovery of Wood Preservatives from Wood Pyrolysis Tar by Solvent Extraction. Holzforschung, 1997, 214-218.
- Şen, S., Bitki Fenollerinin Odun Koruyucu Etkinliklerinin Belirlenmesi, Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2001.
- Şimşek H., Yılmaz F., Baysal E., Toker H., Göktaş O., Çolak M. ve Peker H., Borlu Bileşiklerle Muamele Edilen Ağaç Malzemenin Tam Kuru Yoğunluk Değerleri ve Çürüklüğe Karşı Direnci, IV. Uluslararası Bor Sempozyumu, Eskişehir, 2009, 603. 170.
- Şimşek, B.U., Bitkisel ve Kimyasal Koruyucularla Emprenye Edilen Sarıçam Odununun Bazı Fiziksel ve Biyolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2013, 20-42.
- T.S.E. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Birim Tam Kuru Ağırlığı Tayini. Ts-2472. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1976.
- T.S.E. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Numune Alma Metotları Ve Genel Özellikleri. Ts-2470. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1976.
- T.S.E. Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Rutubet Miktarı Tayini. Ts-2471. 1. Baskı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1976.

- T.S.E. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma. Muayene Ve Deney Metotları. Ts-53. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1982.
- T.S.E. Ahşap Koruyucular-Emprenye Edilmiş Ahşabın Hızlandırılmış Eskitme Metodu ile Biyolojik Deneylere Hazırlanması-Yıkama Metodu. Ts 6193 En 84. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1984.
- T.S.E. Odunda Radyal ve Teğet Doğrultuda Çekmenin Tayini. Ts-4083. 1. Baskı. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara, 1984.
- T.S.E. Odunun Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Tayini İçin Homojen Meşçerelerden Numune Ağacı Ve Laboratuvar Numunesi Alınması, Ts-4176. 1. Baskı. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1984.
- Taşçıoğlu C., Budakçı M. ve Yoshimura T., Antitermitic Effects Of Three Wood Stain Treatments, Maderas, Ciencia Y Tecnologia, Vol. 16, No.2, (2014), 239-244.
- Temiz, A., Hafren, J. ve Terziev, N., Bezir Yağı ve Borik Asit ile Emprenye Edilen Ağaç Malzemenin Boyutsal Kararlılığı ve Çürüklüğe Karşı Dayanımının Arttırılması, 3. Uluslararası Bor Sempozyumu, Kasım, Ankara, Bildiriler Kitabı: 25-27, 2006.
- Temiz, A., Terziev, N., Eikenes, M., ve Hafren, J., Effect Of Accelerated Weathering On Surface Chemistry Of Modified Wood. Applied Surface Science, 253, 12 (2007), 5355- 5362.
- Temiz, A., Alfredsen G., Eikenes, M. ve Teziev, N., Decay Resistance Of Wood Treated With Boric Acid And Tall Oil Derivates, Bioresource Technology, 99, (2008), 2102- 2106.
- Temiz, A., Alma, H. ve Terziev, N., Hydrophobic Characteristics Of Pyrolysis Oil. 39. IRG Annual Meeting, IRG-WP 08- 30458, İstanbul, 2008.
- Temiz, A., Alma, H., Terziev, N., Palanti, S. ve Feci, E., Efficiency of Bio-Oil Against Wood Destroying Organisms. Journal of Biobased Materials and Bioenergy, American Scientific Publishers, 4, 3, 2010.
- Temiz, A., Kose, G., Panov, D., Terziev N., Alma, M., H., Palanti, S. ve Akbas, S., Effect of Bio-Oil and Epoxidized Linseed Oil on Physical, Mechanical, and Biological Properties of Treated Wood, Journal of Applied Polymer Science, 130, 3 (2013), 1562–1569.
- Terziev, N. ve Panov, D., Plant Oils as "Green" Substances for Wood Protection., Minimizing the Environmental Impact of the Forest Products Industries, 139-146. Porto, Portugal: University Fernando Pessoa, 2011.
- Tomak E. Dizman, ve Yıldız Ü. C., Bitkisel Yağların Ahşap Koruyucu Bir Madde Olarak Kullanılabilirliği, Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, C.13, S.1, 2012, 142-157.

- Tomak E.D., Yıldız S., Yıldız Ü. C., Aslan M., Temiz A. ve Gezer E. D., Asetillendirilmiş Ladin Yonga Levhalarının Esmer Çürüklük Mantarına (*Coniophora Puteana*) Karşı Dayanıklılığı, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, C. 7, S. 2, 2006, 106-115.
- Tomak, E. D., Parmak, E. D. Ş. ve Arpacı, Ş. S., Water Absorption, Anti-Shrink Efficiency and Decay Resistance Of Treated Wood By Silica Based Solutions. *Sigma*, 11, 2 (2020), 243-248.
- Tomak, E., D., Viitanen, H., Yıldız, Ü., C. ve Hughes, M., The Combined Effects Of Boron and Oil Heat Treatment On The Properties Of Beech And Scots Pine 111 Woodpart 2: Water Absorption, Compression Strength, Color Changes and Decay Resistance, Journal Of Materials Science, 46, 3 (2011), 608-615.
- Tomak, E.D., Masif Odundan Bor Bileşiklerinin Yıkanmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri İle Emprenye İşleminin Etkisi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2011.
- Topaloğlu. E.. Doğu Kayınının (*Fagus Orientalis* Lipsky.) Odun Özellikleri Üzerine Bazı Yetiştirme Ortamı Koşullarının Etkisi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2013.
- Tsoumis, G., *Science and Technology Of Wood: Structure, Properties, Utilization*. New York: Chapman Hall, 1991.
- Turan, M., Hidrolize Keratin ile Ağaç Malzemenin Emprenye Edilmesi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla, 2019.
- Ulay, G. ve Budakçı, M., Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Su Bazlı Vernikler ile Türkiye’de Yapılan Çalışmalar, Düzce Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi, 2015, 470-480.
- Ulusoy, H., ve Peker H., Ağaç Malzemedeki Emprenye ve Çevresel Önemi, ISAS 2019, ANKARA, 2019.
- URL-1. <https://slideplayer.biz.tr/slide/10230077> (Erişim Tarihi: 8 Mayıs 2021).
- Vazquez, G., Fontenla, E., Santos, J., Freire, M., S., González- Álvarez, J. ve Antorrena, G., Antioxidant Activity and Phenolic Content Of Chestnut (*Castanea Sativa*) Bark and Eucalyptus (*Eucalyptus Globulus*) Bark Extracts; *Industrial Crops and Products*; 28, (2008), 279-285.
- Venmalar, D. ve Nagaveni, H.C., Evaluation Of Copperised Cashew Nut Shell Liquid and Neem Oil As Wood Preservatives. *Citeseer*, 2005, 10-1-1-596-1844.
- Vital B.R., Lucia R.M.D. ve Lucia R.M., Effect Of Heating On Dimensional Stability and Higroscopicity Of Wood. *Revista Arvore*, 6, 2 (1982), 150–161.

- Voda, K., Boh, B., Vrtacnik, M. ve Pohleven, F., Effect Of The Antifungal Activity Of Oxygenated Aromatic Essential Oil Compounds On The White-Rot *Trametes Versicolor* 112 and The Brown-Rot *Coniophora Puteana*. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 51, 1 (2003), 51-59.
- Walker, J. C., Primary Wood Processing: Principles and Practice. Dordrecht, The Netherlands: Springer Science & Business Media, 2006.
- Wang, J.Y. ve Cooper, P.A., Effect Of Oil Type, Temperature and Time On Moisture Properties Of Hot Oil-Treated Wood. *Holz Als Rohund Werkstoff*, 63,6 (2005), 417-422.
- Williams, R.S., Weathering Of Wood, *Handbook Of Wood Chemistry and Wood Composites*, 139-185. Editor: Rowell, R. Florida: CRC Press, 2005.
- Winandy, J. E. ve McDonald, K. A., Material Selection and Preservative Treatments For Outdoor Wood Structures. *Wood Design Focus*, 1993, 8-13.
- Wongcharee, K., Meeyoo, V. ve Chavadej, S., Dye-Sensitized Solar Cell Using Natural Dyes Extracted From Rosella and Blue Pea Flowers. *Solar Energy Materials And Solar Cells*, 91, 7 (2007), 566-571.
- Wrzyszczyk, A., Mozdyniewicz, P. ve Rak, A., Factors Influencing The Aging Of Platelets During The Storage Of Platelet Concentrates - Preliminary Studies.. *Diagnostyka Laboratoryjna*, 53(1A), 2017.
- Yalçın M., Ticarete Önemli Bazı Odun Ve Kabuk Ekstraktlarının İç Mekan Ahşap Malzemede Zarar Yapan Mantar ve Böceklerle Karşı Odun Koruyucu Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, 2012.
- Yalınkılıç A. C. ve Sönmez A., Ağaç Malzemede Su Bazlı Vernikler İle Su Çözücülü Ağaç Boyası Etkileşiminin Kahverengi Renk Tonuna Etkisi, *Politeknik Dergisi*, C.12, S.2, (2009), 121-126.
- Yang, V.W. ve Clausen, C.A., Antifungal Effect Of Essential Oils On Southern Yellow Pine. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 59, 4 (2007), 302-306.
- Yaşar, M., Yaşar S., Ş., Fidan S., M., Ertaş, M. ve Altınok, M., Doğal ve Kimyasal Emprenye Maddeleri İle Emprenye Edilen Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) Odununun Direnç Özelliklerinin Tespiti, *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, 6, 3 (2017), 463-470.
- Yazıcı, H. Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7, 8, 72-79.
- Yıldız, Ü.C. Odun-Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
- Yıldız, Ü. C., Odun Koruma Ders Notları (Basılmamış). Trabzon, 2005.

- Yörür, H., Kesik, H. İ. ve Şeker, B. Tarihi Ahşap Yapılarda Hizmet Ömrünün Denge Rutubet Miktarına, Yoğunluğa ve Boyutsal Değişikliğe Etkisi. İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi, 6, 3 (2017), 1308-1314.
- Zahri, S., Belloncle, C., Charrier, F., Pardon, P., Quideau, S. ve Charrier, B., UV Light Impact On Ellagitannins And Wood Surface Colour Of European Oak (Quercus Petraea And Quercus Robur). *Applied Surface Science* [Online]. 2007, 11, 4985–4989.
- Zhang, X., Thuong, P. T., Min, B.-S., Ngoc, M. T., Hung, T. M., Lee, I. S. ve Bae, K., Phenolic Glycosides with Antioxidant Activity from the Stem Bark of Populus Davidiana. Journal of Natural Products, 2006, 1370–1373.
- Zhao, W., Zeng, X., Zhang, T., Wang, L., Yang, G., Chen, Y. K. ve Miao, M., Flavonoids From The Bark and Stems Of Cassia Fistula And Their Anti-Tobacco Mosaic Virus Activities. *Phytochemistry Letters*, 6, 2 (2013), 179-182.
- Žlahtič-Zupanc, M., Lesar, B. ve Humar, M., Changes In Moisture Performance Of Wood After Weathering. *Construction and Building Materials*, 193, (2018), 529-538.

ÖZGEÇMİŞ

İlk, orta ve lise öğrenimini Balıkesir’de tamamladı. 2013 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü’nü kazandı ve 2017 yılında mezun oldu. 2017 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı.

