

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TİCARİ OLARAK KULLANILAN BAZI AHŞAP KORUYUCU ÜST YÜZEY
İŞLEM MADDELERİNİN DOĞU KAYINI VE SARIÇAM ODUNUNDA
FİZİKSEL, MEKANİK VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sevinç CEYLAN

HAZİRAN 2019

TRABZON



KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**TİCARİ OLARAK KULLANILAN BAZI AHŞAP KORUYUCU ÜST YÜZEY
İŞLEM MADDELERİNİN DOĞU KAYINI VE SARIÇAM ODUNUNDA
FİZİKSEL, MEKANİK VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

Sevinç CEYLAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünce
“ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 20 / 05 / 2019

Tezin Savunma Tarihi : 28 / 06 / 2019

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
Sevinç CEYLAN Tarafından Hazırlanan**

**TİCARİ OLARAK KULLANILAN BAZI AHŞAP KORUYUCU ÜST YÜZEY
İŞLEM MADDELERİNİN DOĞU KAYINI VE SARIÇAM ODUNUNDA
FİZİKSEL, MEKANİK VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

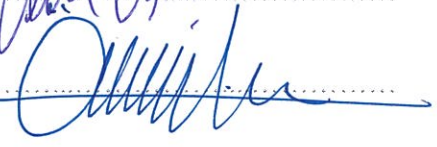
**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2019 gün ve 1806 sayılı
kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak kabul edilmiştir.**

Jüri Üyeleri

Başkan : Prof. Dr. Ümit Cafer YILDIZ

Üye : Prof. Dr. Selim ŞEN

Üye : Doç. Dr. Özlem ÖZGENÇ



**Prof. Dr. Asim KADIOĞLU
Enstitü Müdürü**

ÖNSÖZ

“Ticari Olarak Kullanılan Bazı Ahşap Koruyucu Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Doğu Kayını ve Sarıçam Odununda Fiziksel, Mekanik Ve Biyolojik Özelliklere Etkisi” adlı bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim 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 Prof. Dr. Ümit C. YILDIZ’a, bilgi ve tavsiyelerinden istifade ettiğim Sayın Hocalarım Prof. Dr. Turgay ÖZDEMİR ve Prof. Dr. Sibel YILDIZ’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma boyunca her konuda yardım ve desteğini gördüğüm Doç. Dr. Özlem ÖZGENÇ ‘e teşekkürü bir borç bilirim.

Analizler sırasında bana destek olan Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIM’a ve tez çalışmasında yaptığım deneylere yardımcı olan Arş. Gör. Gaye KÖSE DEMİREL’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak bütün eğitim hayatım boyunca benden maddi ve manevi desteğini esirgemeyen sevgili aileme ve en büyük destekçim eşim Ramazan KAYA’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Sevinç CEYLAN
Trabzon, 2019

TEZ ETİK BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Ticari Olarak Kullanılan Bazı Ahşap Koruyucu Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Doğu Kayını ve Sarıçam Odununda Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Ümit C. YILDIZ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim. 28/06/2019

Sevinç CEYLAN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ ETİK BEYANNAMES	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
KISALTMALAR DİZİNİ	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Ağaç Malzemenin Özellikleri	3
1.2.1. Odunun Kimyasal Yapısı	3
1.3. Odunu Bozunduran Etmenler.....	5
1.3.1 Abiyotik Zararlılar.....	6
1.3.1.1. Dış Hava Koşullarına Maruz Kalma (Weathering).....	6
1.3.1.2. Isısal Çözünme	7
1.3.1.3 Kimyasal Çözünme	7
1.3.1.4. Mekanik Aşınma	7
1.3.2. Biyotik Faktörler	8
1.3.2.1. Mantarlar	8
1.4. Odun Koruma Yöntemleri.....	10
1.4.1. Emprenye Metodu	10
1.4.1.1. Emprenye maddeleri	12
1.4.1.2. Emprenye Yöntemleri	13
1.4.2. Modifikasyon	14
1.4.3. Üst Yüzey İşlemleri.....	15
1.4.3.1. Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları.....	16
1.4.3.2. Üst Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması.....	16

1.4.3.3.	Üst Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları.....	17
1.4.4.	Ağaç Malzeme-Üst Yüzey İşlemi İlişkisi	18
1.4.5.	Üst Yüzey İşlemleri Koruyucu Örtü Gereçleri	19
1.4.5.1.	Vernikler.....	20
1.4.5.2.	Ahşap Koruyucular	20
1.4.5.3.	Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler.....	21
1.4.5.3.1.	Pigmentler	22
1.4.5.3.2.	Bağlayıcı Maddeler	23
1.4.5.3.2.1.	Alkid Reçineleri	24
1.4.5.3.2.2.	Akrilik Reçine	26
1.4.5.3.3.	Çözücü-İnceltici Maddeler.....	28
1.4.5.3.3.1.	Solvent Bazlı Sistemler	30
1.4.5.3.3.2.	Su Bazlı Sistemler	31
1.4.5.3.4.	Katkı Maddeleri.....	32
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	33
2.1.	Malzeme	33
2.1.1.	Ağaç Malzemenin Temini ve Özellikleri	33
2.1.1.1.	Sarıçam Odunu (PinussylvestrisL.).....	33
2.1.1.2.	Doğu Kayını Odunu (FagusorientalisL.).....	35
2.1.2.	Üst Yüzey Maddeleri	37
2.1.2.1.	A Maddesi	37
2.1.2.2.	B Maddesi	38
2.1.2.3.	C Maddesi	38
2.1.2.4.	D Maddesi	39
2.1.2.5.	E Maddesi.....	40
2.2.	Üst Yüzey Uygulama İşlemi	40
2.2.1.	Renk Değişim Analizi	41
2.2.2.	Yüzey Pürüzlülük Analizi	43
2.2.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci	44
2.2.4.	Yapışma Direnci Testi.....	45
2.2.5.	Su Alma ve Boyutsal Kararlılık Testi	46
2.2.6.	Mantar Çürüklük Testi	48
3.	BULGULAR	50

3.1.	Yüzey Renk Değişimi Analizi.....	50
3.2.	Yüzey Pürüzlülük Analizi	55
3.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci	57
3.4.	Yapışma Direnci.....	58
3.5.	Su Alma ve Boyutsal Kararlılık Testi	58
3.5.1.	Su Alma Testi.....	58
3.5.2.	Boyutsal Kararlılık Testi	62
3.5.2.1.	Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim	62
3.5.2.2.	Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim	65
3.6.	Mantar Çürüklük Testi	69
4.	İRDELEME.....	70
4.1.	Yüzey Renk Değişimi Analizi.....	70
4.2.	Yüzey Pürüzlülük Analizi	74
4.3.	Liflere Paralel Basınç Direnci	76
4.4.	Yapışma Testi.....	77
4.5.	Su Alma ve Boyutsal Kararlılık	78
4.5.1.	Su Alma Testi.....	78
4.5.2.	Boyutsal Kararlılık Testi	81
4.5.2.1.	Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim	81
4.5.2.2.	Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim	83
4.6.	Mantar Çürüklük Testi	84
5.	SONUÇLAR	87
6.	ÖNERİLER	90
7.	KAYNAKLAR.....	92
	ÖZGEÇMİŞ	

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

TİCARİ OLARAK KULLANILAN BAZI AHŞAP KORUYUCU ÜST YÜZEY İŞLEM
MADDELERİNİN DOĞU KAYINI VE SARIÇAM ODUNUNDA FİZİKSEL,
MEKANİK VE BİYOLOJİK ÖZELLİKLERE ETKİSİ

Sevinç CEYLAN

Karadeniz Teknik Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Ümit C. YILDIZ
2019, 97 Sayfa

Bu çalışmada piyasada ticari olarak kullanılan bazı ahşap koruyucu verniklerin odunu zararlı etkenlerden ne ölçüde ve ne kadar süreyle koruduğu araştırılmıştır. Öncelikle ahşabın yapısı, özellikleri, zayıf ve güçlü yanları irdelenmiştir. Ardından ahşabı bozunduran etmenler ve onlarla mücadele yöntemlerine yer verilmiştir. Üç farklı firmaya ait beş farklı koruyucu özellikteki vernik, doğu kayını ve sarıçam odunundan elde edilmiş örneklerle fırça yardımıyla katalog talimatlarına özen gösterilerek uygulanmıştır. Üst yüzey işlemi uygulanmış ve uygulanmamış test ve kontrol örnekleri yapay iç ve dış ortam testlerine tabi tutulmuştur. Test ve kontrol örneklerinde ilgili standartlara göre renk değişimi, yüzey pürüzlüğü, su alma ve boyutsal kararlılık, yapışma direnci, liflere paralel basınç direnci ve mantar çürüklük deneyleri yapılmıştır. Deneylerde genel olarak en iyi sonuçlar E verniğinden alınmış; bu vernik özellikle mantar çürüklük ve su alma deneylerinde diğer verniklerden daha iyi sonuç vermiştir. Vernikler arasında performans farklılığı olmasına veya kontrol örneklerine göre bazı üstünlükleri bulunmasına rağmen; genel olarak bakıldığında mantar çürüklük testi sonrasında odunda meydana gelen ağırlık kayıplarını önleyemedikleri ve odun koruma standartlarını sağlayamadıkları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ahşap koruyucular, Vernikler, Solvent bazlı, Su bazlı, Üst yüzey işlemleri

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECT OF SOME WOOD PRESERVATIVE VARNISHES IN THE MARKET
ON PHYSICAL, MECHANICAL AND BIOLOGICAL PROPERTIES OF ORIENTAL
BEECH AND SCOTS PINE

Sevinç CEYLAN

Karadeniz Technical University
The Graduate School of Natural and Applied Sciences
Forest Industrial Engineering Graduate Program
Supervisor: Assoc. Prof. Ümit C. YILDIZ
2019, 97 Pages

In this study, it has been investigated how some wood preservative varnishes used commercially in the market protect wood from harmful factors and for how long. First of all, structure, properties, weak and strong sides of wood are examined. Afterwards, the factors that break down the wood and the methods to combat them were given. Five different commercial protective varnishes of three different companies were applied to the samples obtained from the oriental beech (*Fagus orientalis* L.) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) wood by applying a brush to the catalog instructions. The test samples treated with varnishes and the control samples were subjected to artificial outdoor and indoor tests. In the test and control samples, color change, surface roughness, water absorption and dimensional stability, adhesion strength, compression strength parallel to fiber and fungal decay tests were carried out according to the relevant standards. In general, the best results were obtained from E varnish; this varnish yielded better results than other varnishes, especially in fungal decay and water absorption experiments. Although there are some performance differences between varnishes, or between test and control samples; in general, it was determined that they could not prevent the weight loss of wood samples after the fungus decay test and could not provide the wood protection standards.

Key Words: Wood preservative varnish, varnish, solvent based, water based, surface treatment.

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Dış ortam koşullarının emprenyeli ahşap malzemeye etkisi	11
Şekil 2.	Yüzey işlem maddesi oluşumunun şematik gösterimi	22
Şekil 3.	Tomrukların biçilme şekli	33
Şekil 4.	Test/kontrol örnekleri ve renk ölçüm cihazı.....	41
Şekil 5.	CIELab renk sisteminin gösterimi.....	42
Şekil 6.	Yüzey pürüzlülük test cihazı	43
Şekil 7.	Liflere paralel basınç direnci test cihazı	45
Şekil 8.	Yapışma direnci test cihazı.....	46
Şekil 9.	Boyutsal kararlılık testi örnek boyutu	46
Şekil 10.	Boyutsal kararlılık testi örneklerinin boyutlarının ve ağırlıklarının ölçülmesi.....	47
Şekil 11.	Mantar çürüklük testi uygulama aşamaları.....	49
Şekil 12.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri.....	70
Şekil 13.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (Δa^*) değerleri.....	71
Şekil 14.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (Δb^*) değerleri.....	71
Şekil 15.	Yapay dış ortam testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔE^*) değerleri.....	72
Şekil 16.	İç ortam koşullarına maruz kalan doğu kayını örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (RZ) artış	74
Şekil 17.	İç ortam koşullarına maruz kalan doğu kayını ve sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (RZ) artış oranları	74
Şekil 18.	İç ortam koşullarına maruz kalan sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (RZ) artış oranı	75
Şekil 19.	Liflere paralel basınç testi sonuçları.....	76
Şekil 20.	Yapışma testi sonuçları.....	77
Şekil 21.	Suda bekletme sürelerine göre doğu kayını örneklerinde su alma miktarı.....	79
Şekil 22.	Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su alma miktarı	80

Şekil 23. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak kayın örneklerinde teğet yönde meydana gelen değişim	81
Şekil 24. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak sarıçam örneklerinde teğet yönde meydana gelen değişim	82
Şekil 25. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak kayın örneklerinde radyal yönde meydana gelen değişim	83
Şekil 26. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak sarıçam örneklerinde radyal yönde meydana gelen değişim	84
Şekil 27. Postia placenta mantarına maruz bırakılan kayın örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri (%)	85
Şekil 28. Postia placenta mantarına maruz bırakılan sarıçam örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri (%)	85



TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Odunun organik bileşikleri.....	3
Tablo 2. Üst yüzey işlemlerinin uygulama alanları.....	17
Tablo 3. Bağlayıcıların tarihsel gelişimi	23
Tablo 4. Su bazlı ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları	32
Tablo 5. Yapılan çalışmalara ait deneme deseni	36
Tablo 6. Ahşap koruyucuların/verniklerin katalog özellikleri	40
Tablo 7. Renk ölçümü zaman aralıkları	43
Tablo 8. Dış ortam testinde kayın test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Varyans Analizi sonuçları.....	51
Tablo 9. Dış ortam testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve Varyans analizi sonuçları	53
Tablo 10. Dış ortam testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve Varyans Analizi testi sonuçları	56
Tablo 11. Doğu kayını odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci, standart sapma değerleri ve homojenlik grupları.....	57
Tablo 12. Sarıçam odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci, standart sapma değerleri ve homojenlik grupları.....	57
Tablo 13. Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri ve Duncan Testi sonuçları.....	58
Tablo 14. Doğu kayını odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları.....	59
Tablo 15. Sarıçam odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları	60
Tablo 16. Doğu kayını odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet yönde meydana gelen değişim oranları.....	62
Tablo 17. Sarıçam odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet yönde meydana gelen değişim oranları.....	64
Tablo 18. Doğu kayını odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal yönde meydana gelen değişim oranları.....	66
Tablo 19. Sarıçam odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal yönde meydana gelen değişim oranları.....	67
Tablo 20. Postia placenta mantarına maruz bırakılan örnek gruplarının ağırlık kayıpları	69

Tablo 21. Postia placenta mantarına maruz bırakılan doğu kayını örnek gruplarının ağırlık kayıpları ve homojenlik grupları	69
Tablo 22. Postia placenta mantarına maruz bırakılan sarıçam örnek gruplarının ağırlık kayıpları ve homojenlik grupları	69



KISALTMALAR DİZİNİ

A	: A verniği
ASTM	: Amerikan Test ve Malzeme Kurumu
AWPA	: Amerikan Odun Koruma Birliği
B	: B verniği
C	: C verniği
D	: D verniği
DIN	: Alman Standartları Enstitüsü
E	: E verniği
EN	: Avrupa Standardı
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Teşkilatı
K	: Kontrol örneği
Max	: Maksimum
MCI	: Mikro-çatlak indeksi
Min	: Minimum
N	: Örnek sayısı
PH	: Hidrojen gücü
Ra	: Ortalama pürüzlülük değeri
Rz	: Pürüzlülüğün on nokta değeri
S	: Standart sapma
TS	: Türk Standartları Enstitüsü
UV	: Morötesi
X	: Aritmetik ortalama
%	: Yüzde
ΔE^*	: Toplam renk değişimi

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Ahşap malzeme insanoğlunun var oluşundan bu yana kullanımından vazgeçemediği bir malzemedir. Kendine alternatif malzemeler olmasına rağmen üstün ve eşsiz bazı özellikleri sebebiyle vazgeçilemeyen bir malzeme konumundadır. Ağaç malzemenin tek kaynağı doğal ormanlar ve yapay plantasyon alanlarıdır. Dünya orman varlığının tehdit altında olması ve orman emvalinin her geçen gün azalması ağaç malzemeyi daha verimli kullanmayı ve daha uzun süre kullanmayı adeta zorunlu kılmaktadır.

Ağaç malzeme mobilya yapımı ve dekorasyon işlerinde oldukça fazla tercih edilen malzemedir. Bunun nedeni yoğunluğu, demir ve çelik gibi yapı malzemeleriyle karşılaştırıldığında daha düşük olmasına karşın direnci yüksek, taşıma ve işlenmesi kolay, onarılabilir, eskidikçe estetik değer kazanan, sesi, elektriği ve ısıyı az ileten, gerektiğinde üst yüzey işlemi uygulanarak daha güzel bir görünüm elde edilebilen bir malzemedir (Kurtoğlu, 2000).

Yukarıda belirtilen olumlu özelliklerinin yanı sıra ağaç malzemenin mantarlar tarafından çürütülebilme, böcekler tarafından tahrip edilebilme, yanabilme, değişen rutubet ve sıcaklıkla şeklini bozabilme ve güneşten etkilenmesiyle renginin solabilmesi gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Her ne kadar, ağaç malzeme yapısal olarak bazı dış etkilere karşı doğal dayanıklılığa sahip olsa da, dış hava koşullarında uzun zaman dayanıklı kalamamaktadır. Bunu önlemek için üst yüzey işlemleri uygulanarak koruyucu bir katman oluşturulabilir, farklı kimyasal maddeler kullanarak emprenye edilebilir veya yapısal önlemler alınabilir (Kurtoğlu, 1984).

Günümüzde emprenye işlemlerinde kullanılan bazı kimyasalların insan ve çevre sağlığı üzerindeki olumsuz özelliklerinin belirlenmiş olması nedeni ile daha çok üst yüzey işlemleri ve yapısal önlemler, ağaç malzemenin dış hava koşullarına dayanımını artırma çalışmalarında tercih edilmektedir (Çakıcıer, 2007).

Buna göre ağaç malzeme, yüzeylerine çeşitli koruyucu madde veya vernik uygulanmaması durumunda, bulunduğu ortamdan kolayca etkilenir, kimyasal veya biyolojik bozunmaya maruz kalır. Ahşap malzemenin yüzeyine vernik veya üst yüzey

işlemi uygulanması ile bu olumsuz etkilerin ortadan kalkması mümkündür (Örs ve Atar, 2000).

Endüstri standartlarına uygun yüzey işlemlerinin uygulanmasından sonra ahşabın teknik, estetik ve ekonomik değeri artar. Sürtünme, aşınma ve basınç gibi mekanik etkilere ve asit, alkali, alkol ve deterjan gibi kimyasal etkilere ilişkin olarak ahşap yüzeyine uygulanan koruyucuların uzun dönemli sağlamlığı koruyucunun bu etkilere dayanıklı olmasına bağlıdır. Cilalanmış ahşap yüzeyler kullanıldıkları çevreye bağlı olarak çeşitli etkilere maruz kalırlar. Bundan dolayı kullanıldığı bölgeye göre en iyi etkiyi sağlayan koruyucu katman çeşidinin kullanılması gereklidir (Kaygın ve Akgün, 2008).

Bu çalışmada piyasadaki bazı ahşap koruyucuların odunu bu zararlı etkenlerden ne ölçüde ve ne kadar süreyle koruduğu araştırılmıştır. Öncelikle ahşabın yapısı, özellikleri, çeşitli faktörler karşısındaki davranışları, zayıf ve güçlü yanları irdelenmiştir. Ardından ahşabın bozulmasına neden olan etmenler ve onlarla mücadele yöntemlerine yer verilmiştir.

Bu çalışmada, özellikle dış mekânlarda tercih edilmekte olan iğne yapraklı ağaç türlerinden doğrama, mobilya ve dekorasyon endüstrisinde geniş kullanım alanına sahip sarıçam ve geniş yapraklı ağaç türlerinden ülkemizde ticari olarak en çok tercih edilen türlerden biri olan doğu kayını kullanılmıştır.

Bu amaçla, bu ahşap koruyucularla işlem görmüş deney örneklerinin işlemsiz (kontrol) örneklerine göre;

1. Ağaç malzemenin mekanik etkilere en çok maruz kaldığı, liflere paralel basınç direnci değerlerinin tespit edilmesi,
2. UV ışınlarının etkisiyle, yüzeyde oluşan pürüzlülük ve renk değişimi etkisi,
3. Ağaç malzeme ile yüzey işlemi sistemini oluşturan gereçlerin birbiriyle bağlantısı (yapışma direnci) değerlerinin tespiti,
4. Fiziksel özelliklerden, ağaç malzemenin kullanıldığı ortamdan rutubet alıp verme değerlerinin ve boyutsal kararlılığının tespit edilmesi,
5. Biyolojik özelliklerinden, zararlı odun mantarlarından esmer çürüklük mantarına direnç etkilerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

1.2. Ağaç Malzemenin Özellikleri

Odun çeşitli kimyasal bileşiklerden oluşan kompleks bir maddedir (Şekil 1). Hücre çeperi elementleri, karbon (C), oksijen(O₂), hidrojen (H₂) ve azot (N) maddelerinden oluşmaktadır.

Bu elementlerin oranı tüm ağaçlarda hemen hemen aynı olup aşağıda gösterilmiştir (Bozkurt vd., 1995):

Karbon	% 50
Oksijen	% 43
Hidrojen	% 6
Azot	% 1

1.2.1. Odunun Kimyasal Yapısı

Hücre çeperini oluşturan kimyasal bileşikler selüloz, hemiselüloz ve ligninden ibarettir (Tablo 1). Yerli ağaçlarda bunların hepsinin oranı %97-99 civarındadır. Geri kalan kısmını ise ekstraktif maddeler ve kül oluşturmaktadır (Bozkurt vd.,1995).

Tablo 1. Odunun organik bileşikleri

Ağaç türü	Selüloz	Hemiselüloz	Lignin
Geniş yapraklı ağaçlar	40-44	15-35	18-25
İğne yapraklı ağaçlar	40-44	20-32	25-35

Black vd. (1979), odunun temel ve yan bileşenlerden oluştuğunu açıklamıştır. Temel bileşenler selüloz, hemiselüloz ve lignin; yan bileşenler ise reçine, tanen, boyalı maddeler gibi ekstraktif maddelerdir. Ayrıca bu bileşenlerin ağacın yoğunluğunu, rengini, çalışmasını etkilediğini; enzimlerin, kimyasal yapı bileşenlerinin ve elektromanyetik radyasyonların ağacın organik yapısının değişmesine neden olduğunu bildirmiştir.

Emprenye ve üst yüzey işlemi yapılmaksızın dış ortam şartlarında 20 yıl kalan odunda ligninin yapısında bozunma olduğu ve selülozun, dışa yakın kısımları hariç oldukça az etkilendiği bildirilmiştir (Stamm, 1978).

Selüloz: Odunda en fazla bulunan bileşendir. İğne ve geniş yapraklı ağaç odunlarının neredeyse yarısı selülozdan oluşmaktadır. β -D-glikoz birimlerinden meydana gelmiş doğrusal yapıda bulunan bir polimerdir (Fengel ve Wegener, 1984). Selüloz moleküllerinin düz yapı oluşturduğu kısımlar kristal bölgelerdir ve bu bölgelere çözücülerin nüfuz etmesi oldukça zordur. Buna karşılık daha düzensiz olan amorf bölgelere çözücülerin girmesi, çözünme reaksiyonları oluşturmaları ve selülozu parçalamaları çok daha kolaydır (Sjostrom, 1993).

Lignin: Odunda önemli yer tutan makro molekülü bir bileşendir. Yapısı polisakkaritlerden çok farklıdır. Yapı taşı olarak aromatikfenilpropan birimleri içerirler. Yapraklı ağaç odunları; iğne yapraklı ağaç odunlarına göre daha az lignin içermektedir. Kimyasal bileşim olarak da aralarında farklılıklar gösterirler. Lignin hücre çeperinde orta lamelde (S1) ve sekonder çeperde daha fazla bulunmaktadır. Hücre çeperinin gelişmesi sırasında hücre çeperine yerleşen en son bileşendir (Fengel ve Wegener, 1984).

Hemiselüloz (Polyoz): Odunda selülozdan sonra yer alan önemli polisakkaritlerdir. Hücre çeperinde selüloz ile sıkı bir ilişki içerisinde bulunur. Polyozların yapı taşları olarak, heksozlardan; mannoz, glukoz ve galaktoz, Pentozlardan ise; ksiloz ve arabinoz bulunmaktadır. Bazı polyozlar ilave olarak üronik asitler içermektedir. Yapraklı ağaç odunları daha fazla polyoz içermelerinin yanı sıra; şeker bileşimi açısından da iğne yapraklı odunlara göre farklılıklar gösterirler (Fengel ve Wegener, 1984).

Ekstraktif Maddeler: Odun hücre çeperinde, temel bileşenlerin yanı sıra çok çeşitli bileşikler yer almaktadır. Bu bileşikler “Odun Ekstraktif Maddeleri” olarak adlandırılmaktadır. Odunda çok az bulunmalarına karşın; odunun özellikleri ve kalitesi üzerinde önemli etkide bulunmaktadırlar. Bu bileşenler çok farklı kimyasal yapıdaki bileşikler içerdiği için sınıflandırılmaları oldukça güçtür. Basit bir sınıflandırma ile organik ve anorganik bileşikler olarak ayrılabilirler. Organik bileşikler ekstraktifler olarak adlandırılır iken anorganik kısım kül olarak elde edilir (Fengel ve Wegener, 1984).

Ekstraktif maddelerin odunda bulunuş miktarları ve odun özelliklerine etkileri aşağıda verildiği gibi özetlenebilir (Bozkurt ve Erdin, 2000).

1. Birçok ağaç türünde ekstraktif maddeler odun kuru ağırlığının %2-10'u kadardır. En fazla kabukta ve öz odunda bulunmaktadır.
2. Ekstraktif maddelerin miktarı ve tipi, ağaç türü ve yetiştiği yere göre değişmektedir.

3. Ekstraktif maddeler hücre çeperinde bulunduğunda, daralma ve genişleme yüzdesini düşürdüğünden mobilya yapımında kullanılan ağaç malzemede tercih edilirler. Çünkü ağaç malzemenin boyut stabilitesini iyileştirirler.
4. Ekstraktif maddeler odun yüzey işlemlerini de etkiler.
5. Bazı ekstraktif maddeler, çürüklük yapan organizmalara karşı toksik etki göstererek, odun dayanıklılığını arttırmaları.

Ekstraktif maddelerin en önemlileri ekonomik bakımdan değerli bulunan reçineler ve polifenollerdir.

Odun ekstraktifleri genellikle organik çözücüde ve su içerisinde çözünmesine göre sınıflandırılırlar. Terpenler, aromatik (fenolik) bileşikler, alifatik bileşikler, alkoller ile diğer mono ve disakkaritler organik bileşikleri oluşturur. Anorganik elementler ise; potasyum, kalsiyum ve magnezyumdur. Tropikal odunlarda silisyum gibi farklı elementler de bulunabilmektedir (Fengel ve Wegener, 1984).

1.3. Odunu Bozunduran Etmenler

Ağaç malzeme; mobilya üretiminde, dış mekân elemanlarında, iç mekan tasarımında ve bunun gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bazı ağaç türlerinin doğada kısa sürede yetişiyor olması, doğal olması ve güzel görünmesi gibi özelliklerinden dolayı ağaç malzeme, asırlardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak, yüzeylerine herhangi bir üst yüzey işlemi uygulanmadığında ağaç malzemede çeşitli bozunmalar meydana gelir. Bu konuda yapılan araştırmalarda; dış hava koşullarında odun renginde çok hızlı bir değişim görüldüğü, lignin ve yan bileşiklerin bozunmasından kaynaklı sarı ve kahverengimsi renge dönüştüğü bildirilmektedir (Anderson, vd., 1991).

Mikroorganizmalar, ışık, sıcaklık, rüzgâr ve rutubet değişikliği gibi etmenler odun yüzeyinin bozunmasını etkilemektedir. Bu etmenler arasında en önemlileri ışık, nem ve oksijendir (Özgenç, 2013).

Ağaç malzemenin havanın bağıl nemi ve sıcaklığına bağlı olarak çalışması, mantar etkisi ile çürümesi, böcekler tarafından tahrip edilmesi, fiziksel, mekanik ve kimyasal etkiler ile ateşe karşı sınırlı dayanımı gibi çeşitli kullanım yerlerinde arzu edilmeyen ve sakıncalı sayılabilecek bazı olumsuz özellikleri bulunmaktadır (Sönmez, 2000).

Geçmiş yıllarda yapılan bazı çalışmalara göre; doğal dış ortama bırakılan odunda yapısal bozunma ve renk değişimi ışık, nem ve küçük mikroorganizmaların etkisiyle gerçekleşir (Browne 1964; Feist ve Mraz 1980; Feist1982).

Fiziksel bozunmayla odun yüzeyinde lif kabarmaları, ince çatlaklar, gerilme ve açıklıklar oluşur. Kimyasal bozunma ise, birbiri ile ardışık serbest radikal zincirlerinin bozunmasıdır (Peker, 1997).

Black vd. (1979)'ne göre odunda dış ortam etkisiyle değişik periyotlarda bozunma; mantar zararlıları, aşırı nem ve hava şartları sonucu oluşur. Bunların sonucunda odunun organik-biyolojik yapısı bozulur. Işığın odunda bozunma etkisi yüzeyden itibaren 200 µm derinliği geçmemekte ve boya, vernik gibi katman yapıcı maddelerle korunabilmektedir.

Dış ortam şartları, yüzey işleme katmanıyla birlikte odun yüzeyine de birtakım zararlar vererek fiziksel ve kimyasal değişimler oluştururlar. Bu etkenler; yağmur, kar, hava rutubeti, gün ışığı radyasyonu ile yıllar boyunca oluşan hava kirliliğinden dolayı incelen ozon tabakasıdır. Zararlı UV ışınları atmosfere geçerek sülfür dioksit, nitrojen dioksit meydana getirir. Yüzey bozunumuna sebep olan bu faktörler; nem, ışık, asit tortusu ve sıcaklık artışı olarak kabul edilir (Williams, 1987).

Odunda zarar meydana getiren ve odunun bozulmasına, yani zarar görmesine neden olan ana etmenler abiyotik (biyolojik olmayan) ve biyotik kategorilerde toplanmıştır. Abiyotik zararlıları dış hava koşullarına maruz kalma, ısıl çözünme, kimyasal çözünme ve mekanik aşınma oluşturmaktadır. Biyotik zararlılar ise hayvansal ve bitkisel zararlılar olmak üzere 2 ana başlıkta toplanır (Yıldız, 2005).

1.3.1. Abiyotik Etmenler

Abiyotik etmenler; odunun kimyasal ve ısıl çözünmesi ve mekanik olarak aşınması ve dış hava koşullarına maruz kalması olarak gruplandırılabilir.

1.3.1.1. Dış Hava Koşullarına Maruz Kalma (Weathering)

Ultraviyole ışınlar tarafından oluşturulan fotodegradasyon ve oksidasyon nedeniyle odun yüzeyinde meydana gelen renk değişikliğidir (Yıldız, 2000).

Dış hava koşullarına maruz kalan odunda kimyasal ve fiziksel değişme olduğu gibi sağlamlıkta da bir değişme meydana gelir. Dış hava koşullarına maruz kalan odunun rengi çok hızlı etkilenir. Yıkanmanın başladığı birkaç ay içinde oluşan bu renk değişimi genellikle tüm odunlarda sarıdan kahverengiye doğru olur. Bu odun ekstraksiyonu ve ligninin parçalanması nedeniyledir (Yazıcı, 2005).

1.3.1.2. Isısal Çözünme

Isısal çözünme odunun destilasyonu ve yanmasını belirtmektedir (Yıldız, 2000).

- Düşük sıcaklığa maruz kalma (200 °C altı)
- Oksijen varlığında yüksek sıcaklığa maruz kalma (200 °C üstü)
- Yanma

1.3.1.3. Kimyasal Çözünme

Kimyasal çözünme odunun hidrolizi ve oksidasyonu belirtmektedir (Yıldız, 2000).

- Kuvvetli asitlerin etkisinde bırakılma
- Kuvvetli bazların etkisinde bırakılma
- Güçlü okside edici maddelere ve bazı organik çözücülere maruz bırakılma

1.3.1.4. Mekanik Aşınma

Mekanik aşınma yüzey parçacıklarında kırılma ve erozyon (kayma) meydana gelmesini ifade eder (Yıldız, 2000).

Odun yüzeyi çatlaklar ve gözeneklerin daha koyu bir yüzey meydana getirmesi ile bozunur. Buna zemin hazırlayan etmen ışık ve suyun birlikte oluşturduğu etkilerdir. İğne yapraklı ağaçların, yapraklı ağaçlara göre daha hızlı bir şekilde aşındığı görülür (Yazıcı, 2005).

1.3.2. Biyotik Etmenler

Ağaçların değerini ve direncini düşüren biyotik etmenler, hayvansal ve bitkisel olmak üzere iki ana başlıkta toplanmaktadır. Hayvansal zararlılar ile bitkisel zararlıların yaptıkları tahribat karşılaştırıldığında; tropik iklim koşullarında bulunan ağaç türlerinde hayvansal zararlılar, ılıman iklim kuşağında bulunan ağaç türlerinde ise mantar zararlılarının çok daha fazla olduğu görülmektedir. Çünkü ılıman bölgelerde bulunan ortamda mantar sporları her yerde kolaylıkla bulunabilmekte ve uygun rutubet şartları altında kolayca çimlenmektedir. Ayrıca bu bölgelerde mantarlar nüfuz ettiği odunu kısa bir zamanda çürütebildiği halde, diri odun böcekleri hariç diğer böceklerin tahribatı için daha uzun sürelere ihtiyaç bulunmaktadır. Diri odun böcekleri hızlı bir şekilde çoğalmakta, nüfuz ettiği odunu hızlı ve kısa sürede tahrip edebilmektedir (Yıldız, 2000).

1.3.2.1. Mantarlar

Odunda, organizmaların faaliyetleri sonucunda ortaya çıkan değişimler; çürüme, yumuşak çürüklük, renklenme ve bakteriler tarafından yapılan etkiler olarak belirlenmektedir. Önemli sayılan iki tip çürüklük vardır. Bunlardan beyaz çürüklük önce lignini sonra selülozu tahrip eder.

Esmer çürüklükte odunun sadece karbonhidratları tahrip olunur ve lignine dokunulmaz. Geri kalan ligninden dolayı, çürüme çoğalmakta ve hücre çeperini çökertinceye kadar hücrenin şekli değişmez, ancak ilerlemiş çürüme devresinde odun hacminde küçülme olur (Sümer, 1986).

Gövdelerinin büyük kısmı diri odundan ibaret olan yapraklı ağaçlarda kesildiklerinden iki veya üç ay sonra, esmer renk değişiklikleri görülmektedir. Kesit yüzeylerinden içerilere doğru havaya maruz kalan paraneşim hücrelerinin içerikleri okside olup renk değişimi meydana gelmektedir. Bu safhadan sonra beyaz çürüklüğe sebep olan mantarlar görülür (Selik, 1973).

Beyaz çürüklük yapan mantarlar yapraklı ağaçları tercih eder. Odunun çürümesi, okside edici bir enzim olan ligninoz ile ligninin degradasyonu sonucu oluşmakta, selülozun degradasyonu daha sonra başlamaktadır. Beyaz çürüklüğe maruz kalan odun beyazlaşmaktadır. Fakat beyaz çürüklüğe uğrayan odunun yapısında uzun süre değişiklik görülmemektedir. Odunda hacim, kütle, yoğunluk, direnç; özellikle dinamik eğilme direnci

ve sertlik kaybolur. En sonunda da odun tamamen bozular (Bozkurt vd., 1995). Mikroskopik incelemelerde, bozulmaya uğramış odunlarda lignince zengin olan orta lamelin yok olduğu görülmüştür. Orta lamelin uzaklaştırılmasıyla çürümüş olan odun daha lifli bir görünüm almaktadır. Beyaz çürüklükte, ilk önce lignince zengin olan öz ışını hücreleri ve sonbahar odunu saldırıya uğramaktadır (Rayner ve Body, 1998).

Esmer çürüklük yapan mantarlar ise iğne yapraklı ağaçları tercih ederler. Selülozu hidroliz eden selülaz enzimleri, hemiselülozu etkileyen sitaz enzimleri ile odunu çürütürler. Mantarların bulaştığı odun kahverengine dönüşmektedir. Odun ağırlığından, hacminden, yoğunluğundan, direncinden; özellikle dinamik eğilme direnci ile sertliğini kaybetmektedir. Geriye kalan malzeme koyu kırmızı kahverenginde, boyuna ve enine yönde küp şeklinde çatlaklı kömürleşmiş görünümde bir kütle halini almaktadır. Bu kütle hemen hemen ligninden ibaret olup, kolaylıkla ufalanır ve içerisinde mantar hüfleri görülmez (Bozkurt vd., 1995).

Yumuşak çürüklük mantarları su içi inşaatlarda kullanılan ve devamlı olarak yüksek rutubette bulunan malzemede; örneğin, soğutma kulelerinde, demiryolu traverslerinde, su içinde bulunan direklerde görülmektedir. Yumuşak çürüklükte başlangıçta özellikle selüloz degradasyona uğramakta, daha sonra lignin tahrip edilmektedir. Lignin degradasyon hızı, çürüklük ilerledikçe artar. Odun yüzeyi, özellikle yaz odunu siyah kahverengine döner, aynı zamanda da yumuşar ve çatlar. Yumuşak çürüklüğe uğramış oduna sivri uçlu bir alet batırıldığında, kıymıklar kısa lifli olarak kullanılmaktadır. Odunun çürümesi oldukça yavaş gelişir; hacim yoğunluk ve direnç; özellikle eğilme direnci ile dinamik eğilme direnci beyaz çürüklükteki gibi bir azalma gösterir (Bozkurt vd., 1995).

Bakteriler, mantarların aksine, nötr ve hafif alkali ortamlarda (pH=7-8) iyi gelişmekte, asit ortama karşı genellikle duyarlı olmaktadır. Bakteriler hücre çeperini çok az etkilediğinden veya hiç etkilemediğinden ağaç malzemede oluşturdukları zararlar önemsiz kabul edilmektedir. Odunlaşmış hücre çeperlerini tahrip edememelerinin nedeni olarak, hücre çeperindeki selüloz gibi esas bileşenlerin, bakterilerin gelişmesini engelleyen lignin içerisinde bulunmaları kabul edilmektedir (Bozkurt vd., 1995).

1.4. Odun Koruma Yöntemleri

Lignoselülozlu ve organik bir madde olan odunun kullanılacağı yere göre birçok çevresel, biyolojik ve kimyasal faktöre karşı olumsuz faktörün türünün belirlenerek korunması gerekir. Hiçbir koruma işlemi uygulanmamış odun, kendisinden beklenen işleri uzun süreli olarak gösterememektedir. Ağaç malzeme bakım masrafları, güvenli kullanılabilme yetersizliği ve erken değiştirme nedenleriyle ekonomikliğini kaybetmektedir.

Browne'a (1958) göre ağaç malzeme, kullanım yerinde çevresel faktörler, bakteri, mantar ve böceklerin biyolojik tahribatı ve yangın gibi kimyasal bozundurma etkilerine maruz kalmaktadır ve bu zararlı etkilere karşı uzun süre dayanım gösterememektedir. Bu da ağaç malzemenin ve mobilya ve dekorasyon elemanlarının çeşitli koruyucu maddeler ile korunmasını mecburi hale getirmektedir (Söğütü ve Döngel, 2009).

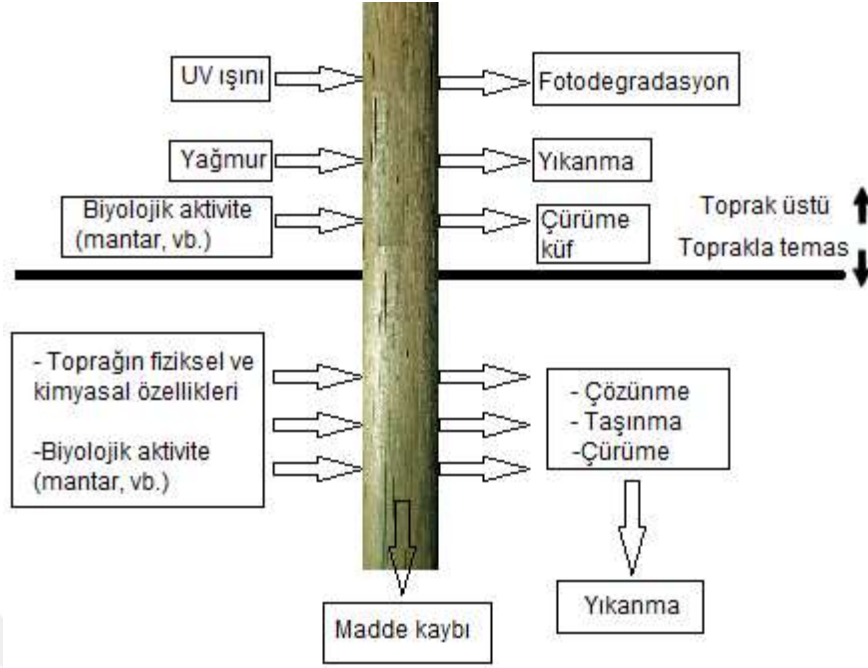
Kullanım yerlerinde, ağaç malzemenin sakıncalı özelliklerinin giderilmesi, ağaç malzemenin, servis koşullarında kendinden beklenen en uzun ve uygun yararlanma süresinin sağlanması bakımından oldukça önemlidir. Bunun yanında; çoğu zaman kullanım yerinde ağaç malzemenin kendinden beklenen başarıyı göstermemesi sonucunda, yenisi ile değiştirme için harcanan zaman ve işçilik masraflarının yüksekliği ağaç malzemenin kullanım yerlerinde istenmeyen bazı olumsuz özelliklerini iyileştirici işlemlerin uygulanmasını zorunlu kılmaktadır (Berkel, 1972).

1.4.1. Emprenye Yöntemi

Ağaç malzemeye, olumlu özellikler katarak koruyan kimyasal maddelerden kullanılacak yere uygun madde ile muamele edilmesi en yaygın koruma yöntemidir (Richardson, 1978; Wood preservation manuel, 1986; Arsenault, 1973).

Emprenye maddesi, oduna ait özellikler, oduna tutundurulan net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna geçme derinliği gibi özellikler korumanın derecesini ve işlemin başarısını belirler (Yalınkılıç vd., 1996).

Odun koruma maddeleri, odunu biyolojik zararlılara karşı koruduğu gibi dış ortam etkilerine (UV ışını, yağmur, rüzgâr, hava kirliliği vs.) karşı da direncini arttırmaktadır. (Şekil 1) (Tomak, 2014).



Şekil 1. Dış ortam koşullarının emprenyeli ahşap malzemeye etkisi

Berkel (1972)'e göre, kolay kullanıma yatkın koruyucu emprenye maddelerinde bulunması istenilen çeşitli şartlar mevcuttur. Bu şartların bütünü tam olarak gerçekleştirmek imkansızdır ancak istenilen bu şartların en önemlileri aşağıda sıralanmıştır:

- Odunu koruyucu emprenye maddeleri herşeyden önce oduna zarar veren etmenlerin saldırısını önleyebilmelidir.
- Ağaç malzeme içine sevk edilen emprenye maddesinin liflerde sabitleşme özelliği yüksek olmalı ve odun dokusu içinde tıkanmaya yol açmamalıdır. Dışarıda, ıslak şartlarda kullanılacaksa yağmur ve toprak suları tarafından yıkanmamalı veya yıkanma ve buharlaşmasıyla oluşan kayıp mümkün olduğunca düşük olmalıdır.
- Odun içerisine iyi penetre olabilmeli, nüfuz etme kabiliyeti yüksek olmalıdır.
- Emprenye maddeleri gerektiğinde ayrışmadan ve özelliklerini kaybetmeden, sıcak halde (70 °C -100 °C) kullanılabilenmelidir.
- Emprenye maddeleri odunu ayrıştırmamalı, fiziksel ve mekanik özelliklerine zarar vermemeli ve bunları azaltmamalı, ağaç malzeme ile birlikte kullanılan metal ve plastik malzemeye karşı korozif olmamalı, diğer yapı malzemelerine, boya tabakasına, yapıştırıcı maddelere zarar vermemelidir.

- Hedeflenmeyen canlılar üzerine zararlı ve zehirli bir etki yapmamalıdır (İlter vd., 2010).

1.4.1.1. Emprenye Maddeleri

Odun koruma maddeleri esas olarak 3 temel grupta toplanmaktadır (Yıldız, 2005). Yağlı emprenye maddelerine örnek olarak kreozot, petrollü emprenye maddeleri, karbolinimum, odun katranı ve katran yağı, örnek gösterilebilir (Bozkurt ve Erdin, 1997). En eski emprenye maddesi olan yağlı emprenye maddeleri oldukça yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Berkel (1972) e göre kreozotun ağaç malzeme tahripçilerine karşı koruyucu etkisinin yüksek olması, metallerde korozyona sebep olmaması ve etkisinin uzun süre devam etmesi gibi olumlu özellikleri vardır. Buna karşı uçucu maddeler içermesi ve kötü bir kokuya sahip olması nedeniyle kapalı alanlarda kullanılmamaktadır.

Organik çözücülü emprenye maddeleri petrol destilasyon ürünleri olarak elde olunan organik çözücülerde çözülmüş mantar ve böceklere karşı etkili, yıkanmaya dayanıklı ve metal aksamlarda paslandırma yapmayan koruyucu maddelerdir. Nüfuz kabiliyeti yüksektir ve boya kabul ederler. Ağaç malzemedeki genişleme ve deformasyona neden olmadıkları için pencere ve dış kapı doğramalarında sıkça kullanılırlar. Organik çözücülü emprenye maddelerinin en önemli sakıncası pahalı olmalarıdır (Richardson, 1978)

Suda çözünen emprenye maddeleri ise bakır, krom, arsenik, bor, çinko, sodyum, potasyum gibi maddelerin tuzlarının karışımından meydana gelirler. Yurdumuzda bakır, krom, arsenik bileşimindeki Tanalith-C ve bakır, krom, bor bileşimindeki Tanalith-CBC ve Wolmanit-CB adlı emprenye maddeleri yaygın olarak kullanılmaktadır (Erten ve Sözen, 1995).

Katı ve konsantre halde taşınabilmesi, kokusuz olması, boyanabilir ve temiz bir yüzey bırakması suda çözünen emprenye maddelerini dünyada en çok kullanılan emprenye maddesi haline getirmiştir (Yıldız, 2005).

1.4.1.2. Emprenye Yöntemleri

Günümüzde pek çok emprenye metodu kullanılmaktadır. Bu metotlar genel olarak 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).

Basınç uygulanmayan yöntemler, emprenye maddesinin ağaç malzemeye en fazla 8 mm derinliğe kadar geçmesini sağlar. Bu yöntemler yüzey ve kenar koruma amacına yönelik uygulamalardır. Fırça ile sürme, batırma, sıcak-soğuk kazan yöntemi ve taze haldeki (rutubeti fazla) ağaç malzemeye uygulanan difüzyon yöntemleri bu grubun etkin olanlarıdır (Bozkurt vd., 1993).

Basınç ve/veya vakum uygulanan emprenye yöntemleri genel anlamda dolu ve boş hücre yöntemleri olarak ikiye ayrılırlar. Dolu hücre yönteminde ana prensip ağaç malzemeye mümkün olan en yüksek miktarda emprenye maddesinin verilmesidir. Yani amaç ağaç malzemenin hem hücre çeperlerinin hem de hücre boşluklarının emprenye maddesi ile doldurulmasıdır. Boş hücre yöntemlerinde ise hücre boşlukları neredeyse boş kalmakta ancak hücre çeperleri tamamen koruyucu madde ile emprenye edilmiş olmaktadır. Fazla kreozot harcayan dolu hücre yönteminin ekonomik olarak külfetli oluşu maliyeti daha düşük olan yöntemler araştırılmasına yol açmış ve boş hücre yöntemi bu şekilde ortaya çıkmıştır (Yıldız, 2005).

1.4.2. Modifikasyon

Ağaç malzemenin farklı yöntemlerle özelliklerini geliştirmeye yönelik birçok çalışma yapılmış ve hala yapılmaya devam edilmektedir. Yapılan bu tüm çalışmalar ve bilimsel araştırmalar sonucunda oluşmuş olan yöntemlere genel anlamda "Odun Modifikasyonu Yöntemleri" denilmektedir (Altınok vd., 2010).

Odun modifikasyon yöntemleri genel olarak, fiziksel modifikasyon, kimyasal modifikasyon, termal modifikasyon ve enzimatik modifikasyon olarak isimlendirilebilir (Tomak ve Yıldız, 2010).

Termal modifikasyon işlemi; herhangi bir kimyasal madde kullanmadan yüksek sıcaklık ile birlikte odun yapısında meydana gelen değişimleri kapsar. Kimyasal modifikasyon işleminde; hücre çeperindeki hidroksil grupları bir kimyasal madde ile reaksiyona girer ve kimyasal madde ile hücre çeperi arasında bir kovalent bağ oluşur. Yüzey modifikasyonu; odun yüzeyinin, fiziksel, kimyasal ve biyolojik yaklaşımlar ile iyileştirilmesi işlemidir. Emprenye modifikasyonu ise; odun yapısı içine kimyasal maddelerin doldurulması ile odundaki özelliklerin iyileştirilmesini ifade etmektedir.

Dizman (2005)'a göre modifikasyon işlemleri birçok olumlu özelliğe sahiptir. Bunlar çevreye zarar vermeyen kimyasal maddelerin kullanılması ve diğer koruma yöntemlerine nazaran daha kolay uygulanmasıdır. Diğer yandan iyi bir odun iyileştirme yöntemi olan modifikasyon oldukça maliyetli bir iştir.

Isıl işlem, asetillendirme, furfurilasyon gibi yöntemler modifikasyonun son zamanlarda endüstriyel aşamaya geçmiş uygulamalarıdır.

Isıl işlemde amaç kimyasal reaksiyonların hızlandığı sıcaklık aralığında ağaç malzemenin yüksek sıcaklıklarla muamele edilmesidir. Böylece hücre çeperindeki polimer bileşiklerin kimyasal yapısının kalıcı olarak değişmesi sağlanır (Boonstra, 2008).

Odunda ısıl işlem birçok amaca yönelik olarak yapılmaktadır. Bunlardan ilki odunun rutubet alışverişini azaltmak, diğeri biyolojik zararlıların tahribatına karşı odunun direncini artırmaktır. Bununla birlikte odunun permeabilitesini artırmak, denge rutubeti miktarını düşürmek, üst yüzey işlemlerinin performansını yükseltmek ısıl işlemle sağlanabilmektedir (Yıldız, 2002).

Isıl işlemle odunun rutubet alıp vermesinden dolayı oluşan şişme ve daralma oranı düşer, renk koyulaşır ve odundan birçok ekstraktif madde uzaklaşmış olur. Isıl işlemde sıcaklık en önemli etkidir. Bununla beraber ağaç türünün, ısıl işlem uygulanma süresinin,

işlem atmosferinin, rutubet miktarının, basıncın ve sıcaklığın eşit dağılımının sonucu doğrudan etkilediği bilinmektedir (Viitanen vd, 1994).

Isıl işlem uygulanmış kereste yapı endüstrisinde büyük bir yer tutar. Isıl işlem uygulanmış ağaç malzeme bina dış cephe kaplamalarında, parkelerde, park ve bahçe mobilyalarında, bahçe çitlerinde, çocuk oyun alanında, kapı ve pencere doğramalarında, merdiven ve merdiven korkuluklarında, sauna ve sauna elemanlarında, iç mekan mobilyalarında ve müzik aletleri yapımında kullanılmaktadır (Korkut ve Kocaefe, 2009).

Asetillendirme ise odunun asetik anhidritle reaksiyonu sonucu oluşur ve asetik asit yan ürün olarak elde edilir. Geçmişten günümüze kadar kimyasal modifikasyon işlemleri incelendiğinde en çok çalışılan yöntem asetik anhidritle modifikasyonun yaş ortamda gerçekleştirildiği yöntemdir (Rowell, 2007).

Asetik anhidrit modifikasyonunu; ekstraktifler, malzemenin boyutu ve rutubeti, ağaç türü ve kısımları, kataliz kullanımı ve asetik asit etkisi gibi değişkenler etkiler (Birinci, 2011).

Asetillendirmenin yüksek boyutsal kararlılık, akustik özellikleri iyileştirme, güneşin zararlı etkilerine iyi bir direnç, güçlü yapışma özellikleri, oyuncu deniz (delici) canlılarına, esmer, beyaz ve yumuşak çürüklük mantarlarına karşı dayanım, yüksek yoğunluk gibi olumlu özelliklerinin yanında maliyetli oluşu, reaksiyon sırasında kimyasalın %50'sinin sarf edilmesi ve yan ürün olarak asetik asit oluşması gibi bazı olumsuz özellikleri de vardır (Tomak, 2014).

1.4.3. Üst Yüzey İşlemleri

Üst yüzey işlemleri farklı tanımlara sahip olmasına karşın; genel olarak ahşap, plastik, cam, metal, mermer gibi malzemelerle yapılan ürünlere uygulanan son bitirme işlemleridir. Amaçları ve yapılan işlemleri tanımlamak üzere anlatılır ise; Hammaddesi ağaç olan mobilyaları ve mobilya elemanlarını koruyucu katman oluşturarak hem korumak hem de estetik açıdan güzelleşmesini sağlamak için yapılan çalışmalardır. Üst yüzey işlemleri ile renklendirme veya renk açma işlemleri yapılabilir (Sönmez, 2000).

1.4.3.1. Üst Yüzey İşlemlerinin Amaçları

Üst yüzey işlemleri ağaç malzemenin aşınma gibi dış etkilere karşı korunması, estetik değerini artırılması ve temizliği sağlamak bakımından uygulanmaktadır (Özdemir, 2003)

Yüzey işlemleri ağaç eşyayı birçok bakımdan korur (Usta, 2015).

- Ağaç eşyayı çatlamaya, kırılmaya, eskimeye ve kalıcı deformasyona zorlayan etkiler (mekanik).
- Tozlanma, kirlenme, yağlanma gibi iç yapısına zarar vermeyen dış etkiler (fiziksel).
- Isı, nem, su, çiy gibi etkiler (dış hava şartları).
- Güneş ışınlarının kısa dalga boylarının ve ultraviyole radyasyonları (ışık).
- Mantarlar, mikroorganizmalar, böcekler (biyolojik zararlılar).
- Ağaç malzemenin yapısına zarar veren asitler, alkaliler, tuzlar vb. (kimyasal zararlılar).

Sönmez (2000)'e göre ahşap eşya vernik ya da benzeri materyaller ile kaplanarak bu etkilere karşı korunabilir. Ahşap malzemenin kullanım yerine ve amacına göre uygun vernik veya boyanın seçilip bunların uygun olan teknik ile tatbik edilmesi, verniklenmiş veya boyanmış eşyanın uygun bir biçimde kullanılması, uygulanan vernik veya boya katmanının bakımının zamanında yapılması gereklidir (Kaygın ve Aytakin, 2008).

1.4.3.2. Üst Yüzey İşlemlerinin Sınıflandırılması

Yüzey işlemlerinin sınıflandırılması aşağıdaki gibi yapılabilir (Kurtoğlu, 2000):

A- Mekanik (Strüktürel) Yüzey İşlemleri

1. Yakma,
2. Fırçalama,
3. Kum püskürtme,

B- Ağaç Malzemenin Rengini Değiştiren Yüzey İşlemleri

1. Ağartma,
2. Renklendirme,

C- Koruyucu Üst Yüzey İşlemleri

1. Yağlı koruyucu işlemler,
2. Ağaç malzemenin strüktürünün görüldüğü saydam yüzey işlemleri,
3. Ağaç malzeme strüktürünü örten yüzey işlemleri,

D- Ağaç Malzeme Strüktürünü Değiştiren Yüzey İşlemleri

1. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile doğrudan ağaç malzemenin doğal yapısı üstüne baskı yüzey işlemleri,
2. Desen silindiri ve yüzey işlemleri katmanı ile astarlanmış ağaç malzeme üstüne baskı yüzey işlemleri,
3. Astarlanmış ağaç malzeme üstüne fotomekanik yolla baskı yüzey işlemleri.

1.4.3.3. Üst Yüzey İşlemlerinin Uygulama Alanları

Yüzey işlemleri bina içi, bina dışı ve diğer kullanım yerlerinde mobilya ve yapı elemanlarının korunması ve güzelleştirilmesi için kullanılmaktadır. Yüzey işlemlerinin uygulama alanları Tablo 2’de gösterilmiştir (Kurtoğlu, 2000).

Tablo 2. Üst yüzey işlemlerinin uygulama alanları

Üst Yüzey İşlemlerinin Kullanım Alanları		
Bina Dışı	Bina İçi	Diğer Kullanım Alanları
Korunumlu (rüzgar, güneş, yağmur, kar) Kısmen korunumlu(pencere ve dış kapılar Korunumsuz(balkon, dış kapı ve ahşap yapılar)	Mobilya Parke Duvar ve tavan kaplaması	Bahçe mobilyası Çeşitli araç ve gereçler

Bina içerisindeki kullanımlarda, bozunmanın az olması nedeniyle yüzey işlemlerinde daha çok estetik istekler ön plana çıkmaktadır. Ancak; rutubeti yüksek ya da güneş alan yerler için uygun yüzey işleminin seçimine özen gösterilmelidir. Dış hava şartlarının etkisinde kalacak mobilya, doğrama ve yapı elemanları için, yüzey işlemlerinin seçiminde özellikle yağmur, dolu ve güneş ışınlarına dayanıklılık göz önünde bulundurulmalıdır. Ayrıca binanın yönü, yüksekliği ve diğer koruma önlemleri de dikkate alınmalıdır.

Odunu bozunduran en önemli etmenlerden biri olan ışık; hem yüzey işlemlerinde bağlayıcı madde olarak kullanılan yapay reçimeyi hem de ağaç malzemeyi doğrudan etkilemektedir. Özgenç (2013)’e göre UV ışını odun bileşimlerinden özellikle lignini

kimyasal reaksiyon sonucu parçalar. Bu nedenle güneş ışığına maruz kalan odunun rengi sarımsı ya da kahverengi olmakta ve daha sonrada grileşme olmaktadır.

Ağaç malzemenin ve yüzey işlemlerinin dayanıklılığını arttırmak için kısa dalga boyundaki UV ışınlarının etkisi engellenerek kısmen uzak tutulması gerekmektedir. Bu ise ağaç malzeme yüzeyinin ışık geçirmeyen pigment veya katkı maddelerini içeren bağlayıcı maddelerle işlem görmesi ile gerçekleştirilebilir (Özdemir, 2003).

1.4.4. Ağaç Malzeme-Üst Yüzey İşlemi İlişkisi

Başarılı bir üst yüzey işlemi yapabilmek için, birbirilerine etkide bulunabilecek ağaç malzeme ile üst yüzey malzemesinin özelliklerinin iyi bilinmesi ve üst yüzey maddesinin uygun yöntemle uygulanması gerekmektedir (Sönmez, 2000).

Yüzey işlemlerinde boyanacak veya saydam renklendirilecek ağaç malzeme sağlıklı ve düzgün olmalıdır. Lekeli, çürük ve ardaklanmış kısımlar boya ve verniği dengeli şekilde alamamaktadır. Mantar tahribatı sonucu ortaya çıkan renk kusurları, çürükler ve ardağlar yüzey işlemi ile tamamen giderilmediğinden biçme sırasında uzaklaştırılmalarında yarar bulunmaktadır (Kurtoğlu, 2000).

Ağaç malzemenin üst yüzey işlemi uygulanacak yüzeyleri ise radyal ya da teğet biçilmiş olabilir. Radyal yüzeylerde ilkbahar ve yaz odunu tabakaları dar şeritler halinde bulunurken, teğet yüzeylerde bir yıllık halkadaki ilkbahar ve yaz odunu tabakaları geniş alanlar kapsamaktadırlar. Bu kısımlar, yüzey işlemi sistemini tutma bakımından farklı özelliklere sahip bulduklarından önem kazanmaktadırlar. Çünkü yüzey işleminin nüfuzu bakımından farklılıklar yaratmakta ve yaz odunu üzerindeki yüzey işlemi tabakası dış koşullardan (yağmur ve güneş) daha fazla etkilenecek çabuk dökülmektedir. Bundan dolayı radyal biçilmiş yüzeyler yüzey işlemi sistemini daha iyi tutarlar (Kurtoğlu, 2000).

Yüzey işlemi sisteminin uygulanması sırasında ağaç malzeme yüzeyinin kaplanmasından önce, ıslatma ve ağartma gibi hazırlık işlemleri sonunda ağaç malzemenin artan rutubetinin uzaklaştırılması şarttır. Ağaç malzeme yüzeyi rutubetli ise yüzey iyi boya almamakta ve renk açık olmaktadır. Özellikle selülozik astar boyalar ve nitroselülozik vernikler rutubetten olumsuz etkilenmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Odundaki mikrobiyolojik bozunma genelde odun rutubetinin % 28'in altına düşmesi durumunda başlar. Ağaç malzemenin kullanım ömrünü uzatmak ve meydana gelebilecek zararları önlemek için koruyucu kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekir. İç ve dış

koşullara göre korunması ayrıca ağaç malzemenin estetiğinin arttırılmasında önem kazanmaktadır. Kullanılacağı alanda ulaşacağı denge rutubetine kadar kurutulan ağaç malzemenin boyutlarında önemli bir değişme meydana gelmez (Yalınkılıç, 1993).

Ahşabın nem oranı %20'nin altında tutulması çürümenin belli bir ölçüde kontrol altına alınabilmesini sağlar (Kantay, 1993).

Reçine üst yüzey işlemlerini olumsuz etkilemektedir. Reçine içeren ladin odunu ile reçine içermeyen göknar odununu, verniklemede birbirine uymayan dengesiz renklerin ortaya çıkmaması için birlikte kullanılmamasına özellikle dikkat gösterilmelidir. Çam ve melez dışında yerli ibrelili ağaç türlerimize yüzey işlemi uygulanmasında reçine bakımından yüzeyde sorun yoktur. Göknar hariç diğer ibrelili ağaç türlerinde bulunan reçine keseleri yüzey işlemi için uygun bulunmamakta, uzaklaştırılması veya yamanması gerekmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Kurtoğlu (2000), yüzey işlemlerinin seçiminde göz önünde tutulacak önemli noktaları şu şekilde sıralamıştır:

1. Yüzey işlemi görece malzemenin kullanım amacı,
2. Yüzey işlemi uygulanacak ağaç malzemenin çevre etkileri altında dayanma süresi,
3. Yüzey işlemi uygulanmış malzeme üzerinde yüzey işleminin beklenen etki ve zorlamalar altında eskime ve dayanma durumu,
4. Ağaç malzeme konstrüksiyonları üstünde yüzey işlemlerindeki olumsuz reaksiyonlar,
5. Yüzey işlemi görece eşyanın kullanım koşulları,
6. Yüzey işlemi için sağlanabilen teçhizat,
7. Yüzey işlem maddelerinin sağlanabilme olanakları,
8. Yüzey işleri uygulamasının gerçekleştirilebileceği koşullar,
9. Yüzey işlemi uygulayacak kişinin kabiliyeti.

1.4.5. Üst Yüzey İşlemleri Koruyucu Örtü Gereçleri

Koruyucu üst yüzey işlemlerini; sürüldükleri yüzeyde katman oluşturanlar ve katman oluşturmayan örtü gereçleri olarak iki kısma ayrılabilir. Katman oluşturan sıvı gereçler; gomlak cilası, örtücü yüzey işlemi sistemleri ve verniklerdir. Katman oluşturmayan yüzey işlem maddeleri ise; kuruyan yağlar, mumlar ve gözenek macunlarıdır (Kurtoğlu, 2000).

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan üst yüzey işlem maddeleri çeşitli boya (lateks, akrilik, yağ bazlı, su bazlı) ve vernik(polyester, poliüretan, selülozik, sentetik, akrilik) türleridir (Peker, 1997).

1.4.5.1. Vernikler

Bağlayıcı, çözücü ve katkı maddelerinden oluşmuş, korunması istenen eşyaya uygulandığında yüzeyde saydam bir katman oluşturan, pigment içermeyen boyaya vernik adı verilir (Şanıvar 1978).

Vernik çeşitli reçinelerin uygun çözücü ve inceltici sıvılardaki karışımlarıdır. Genellikle çözücü ve inceltici türüne göre adlandırılmaktadır. Vernikler; hammaddelerine, uygulama yöntemine, yüzey parlaklığına, uygulandığı ürüne ve kuruma tipine göre sınıflandırılabilir (Kurtoğlu, 2000).

1.4.5.2. Ahşap Koruyucular

Uygulanan ağaç malzemenin yüzeyinden içteki dokulara kadar geçerek ağaç malzemeyi yağmur, güneş gibi hava şartlarına ve kurt, böcek gibi zararlılara karşı koruyan ve ağaç malzemenin istenen renkte olmasını sağlayan boya veya verniktir. Ahşap koruyucuların verniklerle karışımı üretilen çeşitleri de vardır. Piyasada yaygın ismi pinoteks olarak bilinir.

Özellikleri:

- Ahşabın içine nüfuz eder.
- Ahşap malzemeyi biyolojik zararlılara karşı korur.
- Ahşabı ultraviyole ışınlarına karşı korur.
- Ahşabı dış hava şartlarına karşı korur.
- Ahşabın doğal desenini bozmadan istenilen renge dönüşmesini sağlar.
- Piyasada 0,75-2,5 –15 lt'lik ambalajlarda bulunur.
- Renksiz de dahil olmak üzere çeşitli renkleri mevcuttur.
- İnceltilmeden kullanılabilir.

Kullanıldığı Yerler

- İç ve dış ahşap yapı yüzeylerinde,

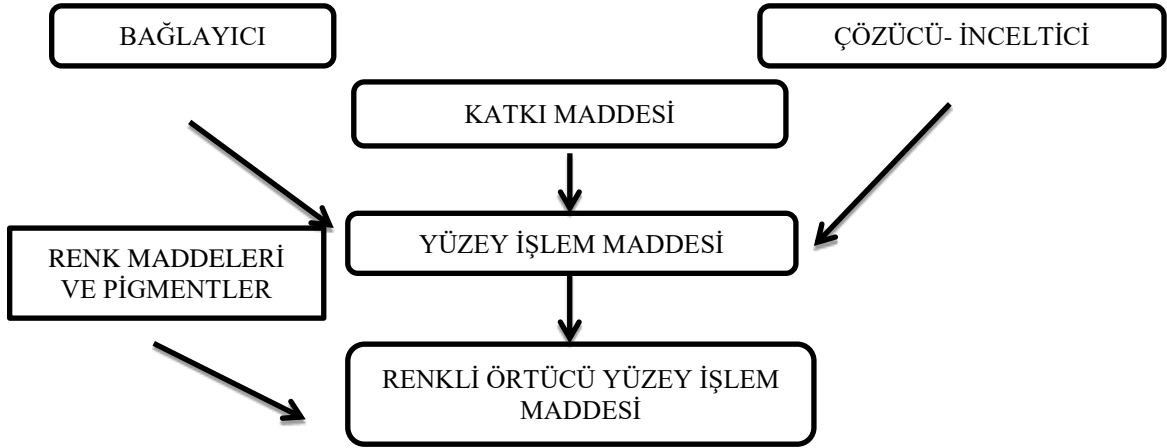
- Kapı ve pencere doğramalarında,
- Panjurlarda,
- Balkon korkuluklarında,
- Ahşap dış cephe kaplamalarında,
- Ahşap döşeme kaplamalarında,
- Ahşap tavan ve kirişlerde,
- Ahşap merdivenlerde,
- Bahçe mobilyalarında,
- Deniz araçlarının ahşap olan yüzeylerinde kullanılır (Şanıvar, 1978).

Uygulaması yapılacak ahşabın durumuna (yer aldığı konum, yüzey büyüklüğü gibi) göre işlem fırça, rulo ve daldırma tekniği ile yapılır. Uygulama öncesi ahşabın cinsi bilinmelidir. İçerdiği rutubet oranı düşük olmalıdır. Yani kuru ahşap olması gerekir. Yüzey hazırlama tekniklerine uygun olarak yüzeyler temizlenmelidir. Budaklar var ise reçine kusmalarının olup olmadığı kontrol edilerek selülozik tiner ile temizlenmelidir. Üzerindeki pürüzlüğe göre zımpara numarası seçilerek zımparalanıp tozu alınır. Daha sonra boyama araç gereçleriyle koruyucu uygulanır (Baykan vd., 2000).

Çoğunlukla fırça ile uygulama yapılır. Fırça ile uygulamalarda öncelikle fırça boyutu uygulama alanının büyüklüğüne göre seçilir. Fırçanın yüzeye sürülmesi sırasında başlangıç noktası malzemenin kenarı olmamalıdır. Kenardan başlanan sürülmede boya akıntıları oluşmaktadır. Verniklenecek yüzeyler yatay durumda bulundurulmalı, vernikleme işlemine çalışana en uzak kenardan başlanılmalıdır. Oluşan akıntılar kurumadan silinmelidir (Kurtoğlu ve Kahveci, 1989).

1.4.5.3. Boya ve Verniklerin Yapısını Oluşturan Maddeler

Üst yüzey işlem maddelerinde kullanılan boya verniklerin yapısını oluşturan maddeler bağlayıcı maddeler, renk maddeleri ve pigmentler, katkı maddeleri ve çözücü inceltici maddeler olarak dört grupta toplanabilir (Şekil 2). Bunların farklı kombinasyonu ile çeşitli boya ve vernik sistemleri üretilmektedir (Özdemir, 2003).



Şekil 2. Yüzey işlem maddesi oluşumunun şematik gösterimi

- Pigment; boyaya renk, kapaticılık ve dayanıklılık özelliklerini sağlayan toz haldeki kimyasal moleküllerdir.
- Bağlayıcı; boyanın yapışma, kuruma, yayılma, sertlik, esneklik, fiziksel ve kimyasal direnç gibi özelliklerini veren filmi oluşturan kimyasal maddesidir.
- Çözücü (tiner); boyanın inceltmesinde kullanılan ve onu akışkan hale getiren, kuruma sırasında buharlaşan sıvı haldeki kimyasal maddelerdir.
- Katkı maddeleri; boyaya çok az ilave edilerek dayanım gibi bazı özellikler kazandıran kimyasal maddelerdir (Wicks vd., 1989).

1.4.5.3.1. Pigmentler

Küçük, katı toz halindeki çeşitli kimyasal yapıda doğal veya yapay maddelerdir. Doğrudan bağlayıcı veya bağlayıcı madde çözeltilerine katılabilmektedir. Pigmentlerin en önemli özellikleri örtücü etkisi, renk verme özelliği ve koruyucu etkisidir. Örtücü özelliği tanecik büyüklüğüne ve bağlayıcı madde türüne bağlıdır. Pigmentlerin renk etkisi ışığın absorpsiyonu ve yansımaları ile oluşmaktadır. Siyah pigmentler ışığı absorbe etmekte, absorbe edilen ışık ise ısıya dönüşmektedir. Beyaz pigmentler ise bütün dalga boylarındaki ışığı yansıtırlar. Işık etkileri ise düşüktür. Güneş etkisi ile artan sıcaklık yüzey işlemi katmanını bozundurmakta bu da ağaç malzemenin çalışmasına neden olmaktadır (Kurtoglu, 2000).

1.4.5.3.2. Bağlayıcı Maddeler

Boyanın ana maddelerindedir. Pigment ve dolgu maddelerinin içinde homojen olarak dağıtıldığı boya tabakasını oluşturan maddeleri ve boyanın karakterini ve niteliğini belirler. Boyaların kuruma şekli ve süresi, diğer katmanlarla uyuşup uyuşmayacağı, dayanımı, uygulama biçimi, parlaklığı, uygulandığı yüzeydeki davranışları gibi neredeyse tüm özelliklerini belirler.

Binlerce yıldan bu yana boya kullanılmaktadır. Çok gerilere göz atarak bağlayıcıların tarihsel gelişimi şöyle özetlenebilir (Tablo 3), (Kaygın ve Aytekin, 2008).

Tablo 3. Bağlayıcıların tarihsel gelişimi

Tarih	Bağlayıcı
M.Ö.1000-700	Yumurta akı ve sarısı
M.Ö. 700-600	Çıra yağı
M.Ö. 600-0	Kireç fresko vaks
M.S.0-1000	Yumurta akı ve sarısı, bal, kan, kireç, katran, vaks, alçı, şap
1000'den sonra	Kireç, keten yağı, kenevir yağı, katran, arap zamkı, balsam

Boyaya adını veren bağlayıcılar polimer yapısında çeşitli kimyasal maddelerdir. Bağlayıcılar çok çeşitli olup en çok kullanılanlar şunlardır (Paksoy, 1999):

- Alkid reçineler,
- Epoksi reçineler,
- Klor- kauçuk reçineler,
- Vinil-akrilik reçineler,
- Poliüretan reçineler,
- Hidrokarbon reçineler,
- Silikon reçineler,
- Emülsiyon reçineler,
- Selülozik reçineler,
- Amino reçineler,
- Fenolik reçineler,
- Poliester reçineler.

Bağlayıcıların boyada bulunma oranı yaklaşık % 20'dir. Uçucu değildir. Boyanın sürülme, yapışma gibi kabiliyetlerini artırır. Boyayla bütünleşir. Bağlayıcı pigmentleri hem kendi aralarında hem de alttaki tabakayla bağlar ve film oluşturur.

1.4.5.3.2.1. Alkid Reçineleri

Alkid reçineleri, polyester özelliği ve yağ özelliği gösteren grupların birleşmesi ile oluşturulan ürünlerdir. Dekoratif metal ve ahşap boya, iç ve dış cephe boya, mobilya boya ve vernikler, endüstri ve matbaa boya üretiminde kullanılır.

Yüzey kaplama endüstrisinde, alkid reçineleri diğer yüzey örtü maddeleri ile karşılaştırıldığında, daha fazla oranda kullanılmaktadırlar. Bunun en önemli sebepleri; alkid reçinelerin depolama stabilitelerinin yüksek olması, maliyet/performans dengesi 17 açısından ucuz olmaları ve istenilen performans özelliklerine ulaşmak için gerekli olan modifikasyonlarının kolay olmasıdır (Kumar vd., 2010).

Alkid reçineleri, genel olarak polialkollerle poliasitlerin ürünleridir. Bu çeşit esterleşmeler polyesterlerin genel tariflerine girer. Genellikle yağ asitleri olan bu monoasitler alkid kompozisyonlarının büyük bir kısmını teşkil eder bu da alkidi diğer polyesterlerden ayıran en önemli özelliktir. Yan üründe su çıkan kondensasyon reaksiyonu küçük moleküllerin kimyasal sentez ile birleşmesiyle oluşmuş polimerler sonucu ortaya çıkar. Kondensasyonda organik asidin karboksil grubu ile alkolün hidroksil grubu arasında su çıkar. Yani esterleşme olur (Mecit, 2001).

Alkol ve anhidrit kelimelerinin birleşmesi ile ortaya çıkmış olan alkid boya en önemli yapı taşıdır. Boyadaki olumlu özelliklerin birçoğunu sağlayan alkid reçine İkinci Dünya Savaşı sonrası yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Solvent bazlı boya bağlayıcısıdır. Alkid reçineler boyaya şu özellikleri kazandırır (Mecit, 2001):

- Suya ve ısıya karşı dayanım,
- Silinebilirlik,
- Elastikiyetlik,
- Sertlik,
- Parlaklık,
- Estetiklik,
- Yapışma.

Genel olarak alkid üretiminde; monoasitler, poliasitler, polialkoller, katalizler ve solvent hammaddeleri kullanılır.

Alkidler yağ uzunluğu, yağ çeşidi ve kuruma özelliklerine göre sınıflandırılırlar. En yaygını yağ uzunluğuna göre olanıdır. Yağ uzunluğu başlangıçta mamul içerisine konmuş olan yağ yüzdesidir (Trakton, 2006):

Kısa yağlı alkid → % 20-45,

Orta yağlı alkid → % 45-60,

Uzun yağlı alkidler → % 60-80 oranında yağ içerir.

Yağ yüzdeleri başlangıç formülasyonunda bu değerlerin % 2-3 kadar altında hesap edilir. Esterifikasyon suyu çıktıktan sonra yukarıdaki yağ yüzdelerinin ulaşılması mümkündür.

Kullanılan alkid reçinesinin yağ yapısı ve kullanılan izosiyanatların kimyasal yapısı renk kalıcılığını belirler, yani rengin kalıcı olması alkid reçinenin aromatik veya alifatik yapısına bağlıdır. İzosiyanatlar aromatik yapıda ise oluşan film sararır. Alifatik ise renk sararması görülmez. Alkid reçinede kullanılan yağ veya yağ asitleri konjuge veya konjuge olmayan çifte bağları ihtiva ediyorsa oluşan film sararır. Sararma konjuge bağ ihtiva eden yağlar kullanılırsa daha fazla olur. Okside olmayan, kurumayan yağ ve yağ asitleri kullanılırsa sararma çok az olur. Sararmanın hiç olmaması için poliester veya akrilik bazlı bağlayıcılar, alifatik yapılu izosiyanat ile birlikte kullanılır (Mecit, 2001).

Tek başına polimerler, yüzey koruma malzemelerindeki istenilen özellikleri polimerlerin tek başına yapması mümkün değildir. Piyasadaki yüzey koruyucu malzemeler, temel polimer sisteminin avantaj ve dezavantajları arasındaki dengeyi sağlamak için formüle edilir. Çeşitli polimerlerin birleştirilmesi ile özellikleri da iyi olan farklı polimerler elde edilebilir. Bu sayede boyaların farklı amaçlara yönelik üretilmesine olanak sağlanır. Boya ve verniklerin performansını ve özelliklerini yükseltmek için alkid reçineleri, reaktif guruplara sahip olan izosiyanat guruplar ile modifiye edilir ve üretan alkid reçineler oluşur. Oluşan bu filmler, fiziksel ve kimyasal dirence sahip, sert, su alma direnci yüksek, parlak özelliklere sahiptir (Jones, 2012).

Üretan alkid bir alkidin bağlarının bir kısmının izosiyanat ile doyurulmasıdır. En önemli özelliği çabuk kuruması, yüksek sertlik, ultraviyole ışınlarına ve suya karşı dayanımının fazla olmasıdır.

Özellikleri şöyle sıralanabilir (Sönmez, 1989):

- Üretan alkidler ve üretan modifiyeli yağlar alkid reçinelerinden daha hızlı kuruma özelliğine sahiptir.
- Rutubetten daha az etkilenir.
- Düşük dereceli kurumada yüksek performans gösterir.
- Zayıf asit, alkali direnci ve suya dayanımı yüksektir.
- Ahşap yüzeylerde parlak bir film oluşturur.
- Düşük molekül ağırlıklı alkoller hariç, solventlerin tamamında iyi bir çözünürlüğü vardır.
- Elektrik direnci yüksektir.
- Diğer filmler üzerinde uygunluk gösterir.
- Gerilme kuvveti ve su direncinin yüksek olmasına karşın sararma görülebilir.
- Renk kalıcılığı, fırça ile uygulama özellikleri, akışkanlığı zayıftır.
- Deniz verniklerinin imalatında, tek komponentli parke vernik imalatında, astar boyalarda, antikorozif boya imalatında, deniz boyalarında kullanılır.

1.4.5.3.2.2. Akrilik Reçine

Akrilik asidi ve metakril asidi esterlerinin polimerizasyonu ile ele geçen ürünler farklı şekilde isimlendirilerek, “akrilik reçine” ve “akril reçine” olarak adlandırılmaktadır.

Akrilik esaslı malzemeler uzun seneler korozyon atmosferde, tuzlu ortamlarda ve ağır atmosferik şartlarda kullanılabilirler ve kullanım süreleri boyunca fiziksel dayanıklılığını ve ışık geçirgenliğini korurlar. Beş yıl boyunca dış ortamda kullanılan bir akrilik malzeme ışık geçirgenliğinin ancak %1'ini kaybeder. Akrilik polimerler kullanım sıcaklığı aralıklarında iyi derecede boyutsal direnç gösterirler. Yumuşama sıcaklığının hemen altında uzun süre kullanılması halinde, şekilli parçalarda şeklin çok az bozulduğu dikkati çeker. Nem absorpsiyonu %1,5'ten azdır (Mark vd., 1957).

Işık direnci stabilite gibi özelliklere sahip olmaları ve kimyasal içerikleri dolayısıyla en çok kullanıldığı alan yüzey örtü maddeleri sanayisidir. Her çeşit iç ve dış boya formülasyonlarında kullanılırlar.

Genel anlamda bu reçineler, polimetakrilik veya polimetakrilat reçineler olarak adlandırılabilir. Boya teknolojisi açısından polimetakrilik reçineler iki ana gruba ayrılır;

- Fonksiyonel gruplar içermeyen ve dolayısıyla çapraz bağlanma yapmayan termoplastik, fiziksel kurumalı polimetakrilik reçineler.
- Fonksiyonel gruplar olarak örneğin, $-COOH$, $-CONH_2$, $-CONH$, $-CH_2OH$, $-CONHCH_2OR$ içeren, çapraz bağlanma yapabilen termoset polimetakrilik reçineler (Küçüköğlü, 2005).

Termoplastik polimetakrilat reçineler boya bağlayıcısı olarak kullanılır. Bu gruba polimer zincirinde akril ve metakril asidi esterlerini, metakril nitril ve az miktarda akril ve metakril asidini içeren polimerizasyon ürünleri dâhildir. Bünyede bulunan az miktardaki akril ve/veya metakril asidi, polariteyi ve yüzeye çok iyi yapışmayı (özellikle metaller üzerinde) sağlar, pigmentleri ıslatma özelliğini artırır. Termoplastik polimetakrilat reçineler, genellikle çözeltileri halinde uygulanır, çözücünün buharlaşmasıyla yüzeyde film oluştururlar. Tüm bilinen boya bağlayıcıları içinde polimetakrilik reçineler ışık haslığı en iyi olanlarıdır. Bu hem termoplastik olanlar, hem de termoset tipleri için geçerlidir. Stiren ilavesi ışık haslığını düşürür. Polimetakrilat reçinelerin diğer bir özelliği, kimyasal dayanıklılıklarının mükemmel olmasıdır. Genelde metal yüzeye yapışma isteniyorsa, asit içeriği artırılır. Alkalilere karşı mükemmel bir dayanıklılıkları vardır. Organik asitlere karşı aynı dayanıklılığı göstermezler. Sıcaklığa karşı dayanımları ise polimetakrilat için $120^{\circ}C$, polietilakrilat için $120^{\circ}C$, poli n-butilakrilat için $140^{\circ}C$, polimetilmetakrilat için $190^{\circ}C$, polietilmetakrilat için $135^{\circ}C$ ve poli n-butilmetakrilat için $160^{\circ}C$ şeklindedir (Paksoy, 1999).

Çeşitli termoplastik reçinelerin uygulandıkları yüzeye yapışma özelliği birbirinden farklıdır. Bu durum başlangıç monomerlerine, polimerizasyon derecesine, sertliğine ve mevcut fonksiyonel gruplara bağlıdır. Sonradan ilave edilen plastikleştiricilerle sağlanan elastikiyet özellik yapışmayı artırır. Yapışmayı arttırıcı monomer olarak, 2-dimetilaminoetil grupları veya aziridin grupları içeren monomerler kullanılmaktadır. Ancak yapışmayı arttırıcı bu grupların moleküldeki miktarının artmasıyla, boya filminin suya ve asitlere karşı dayanımı azalır (Paksoy, 1999)

Üst yüzey işlemleri üst katmanı uygulamadan önce akrilik ve alkid reçine karışımı astar olarak uygulandığında ahşap malzemenin dış ortam şartlarına dayanımı artmaktadır (Evans vd., 1997). Özellikle mikronize bakır içeren koruyucu ile emprenye edilen odun yüzeyine UV absorbe edici akrilik reçine uygulanması, dış ortam koşullarına karşı en iyi korumayı sağlamaktadır (Özgenç, 2014).

Fiziksel kurumalı termoplastik polimetakrilat reçinelerin aksine, termoset polimetakrilat reçineler, artan sıcaklıkla ve polikondenzasyon reaksiyonuyla ağ yapısı oluştururlar ve sertleşirler. Ağ yapısı, sisteme mükemmel bir film sertliği, çok iyi bir atmosferik ve kimyasal direnç kazandırır. Termoset tipleri ayrıca, termoplastik polimetakrilat reçinelere oranla çok daha iyi bir yapışma gösterir. Polimetakrilat reçinelerde ağ yapısı oluşumu, ya reçinenin kendi molekülleri arasında, ya da reçinenin molekülleriyle reaksiyon ortağının molekülleri arasında meydana gelir. Bunun için her şeyden önce melamin formaldehit reçineler kullanılır. Termoset yapıdaki polimetakrilat reçineler otomotiv sanayinde son kat boyalarında kullanılır. Ayrıca mükemmel kimyasal direnç ve yüksek pigment bağlama özelliğinden dolayı, termoset polimetakrilat reçineler, özellikle beyaz eşyalarda lak olarak kullanılırlar (Paksoy, 1999).

Polimetakrilat reçineler genelde alkid reçineleriyle uyuşmaz. Ancak belli şartlara uyulmak kaydıyla Bunlar alkid reçinelerine hızlı kuruma özelliği kazandırır. Termoplastik polimetakrilatlar, özellikle poli-n-butilmetakrilatlar gıda sanayi ambalaj sektöründe, laklarda ve mürekkeplerde kullanılır. Termoplastik poliakrilatlar her gün artan bir miktarda matbaa mürekkeplerinde, yapıştırıcılarda, oto tamir boyalarında, sanayi ve deniz boyalarında, inşaat sektöründe büyük bir kullanım alanı bulmaktadır. Sıva ve betonla mükemmel bir uyum sağlar. Diğer reçinelerle örneğin nitrosellüloz ve alkid reçinelerle olan kombinasyonları büyük bir kullanım alanına sahiptir (Paksoy,1999).

1.4.5.3.3. Çözücü-İnceltici Maddeler

Katman oluşturan vernik veya boyanın, kimyasal yapısını etki etmeden eriterek bu sıvıları yeterli akışkanlığa getirmesi dolayısıyla yüzeye sürülmesinin düzgün bir şekilde yapılmasını sağlayan sıvılardır. Her inceltici kendi boya sıvılarında kullanılır. Polyester vernik dışındaki tüm incelticiler yüzeye vernik ile beraber tatbik edildikten sonra buharlaşarak katmandan ayrılır. Buharlaşma sıcaklığı düşük sıvılar, vernik ve boyadan çabuk ayrılır. Bu da verniğin çabuk kurumasını sağlar. Buharlaşma sıcaklığı yüksek olan sıvılar ise daha geç buharlaşır. Bu çözücüve incelticilerle hazırlanan boya ve vernikler ise geç kurur. Çözücü-inceltici madde çeşitleri genel olarak şöyle sıralanabilir (Şanıvar, 1978).

Su: Plastik duvar boyalarında ve akrilik boyalarda kullanılır.

Eter: Alkollerin asitlerle birleşmelerinden oluşan sıvılara verilen ad.

renksiz, çok uçucu, kendine özgü bir kokusu bulunan, hekimlikte kullanılan bir sıvı.

Aseton: Birçok organik madde için çözücü özellikte renksiz, uçucu sıvı. Koruyucu üst yüzey maddelerinde pek kullanılmaması hızlı buharlaşma özelliğinden kaynaklanır. (Kesik, 2009).

Metil alkol (Odun ruhu): Odun talaşının damıtılmasıyla oluşur. Boya incelticisi olarak kullanılır. Kerestelerin fırınlanma esnasında ortaya çıkar.

Etil alkol: Halk dilinde ispiroto denilen etil alkol, içki ve kolonya dışında, birçok organik maddenin sentezinde kullanılır. Renkli ve saf olmak üzere iki çeşidi bulunur.

Etil glikol: Verniklerde çözücü maddedir ve antifriz özelliği vardır.

Benzol: Katrandan, hafif yağların damıtılmasıyla elde edilir. İyi bir çözücü olan benzol, yapıştırıcılar ve temizlik malzemelerinin yanı sıra, boya yapmaya yarayan anilin başlangıç maddesi ve böcek öldürücü olarak da kullanılır.

Etil asetat: Boya üretiminde çözücü olarak kullanılmasının yanında boyaya sertleştirici bir özellik katar. Maliyeti ve zehirlilik derecesi düşüktür.

Butil asetat: Boya üretimi için mükemmel çözücülüklü bir solventtir. Reçineler, mürekkep, yapıştırıcı ve yağlar için incelticidir ve lake (vernik) üretiminde kullanılır.

Ksilol: Kömür katranından elde edilen ksilol, boya, elyaf, lak endüstrisinde kullanılır. renksiz, kolayca alevlenebilen ve zehirli olan bir sıvıdır.

Toluen: Fosil yakıt kaynaklarından elde edildiği için benzene göre daha ucuz olan tolüen, birçok organik madde için iyi bir çözücüdür. Renksiz, hoş kokulu bir sıvıdır. Petrokimya endüstrisinde ham madde olarak kullanılır. Boyaları inceltmek için de kullanılır, renksiz sıvı bir maddedir.

Metil izobutil keton: Zamklar, reçineler, boyalar ve vernikler ve mürekkepler için iyi bir çözücüdür. Boya sökücülerde ve yapıştırıcılarda, temizlik ve bakım ürünlerinde kullanılan önemli bir solventtir.

Selülozik tiner: Selülozik bazlı boya ve verniklerin inceltilmesi amacıyla ve uygulama araçlarının temizliğinde kullanılır. Yüzeye düzgün yayılmayı sağlayan, renksiz, berrak, kendine has kokusu olan parlayıcı kolay alev alabilen bir üründür.

Sentetik tiner: Sentetik bazlı boya ve verniklerin inceltilmesi amacıyla ve uygulama araçlarının temizliğinde kullanılır. Leke çıkarma ve boya sökme işlemlerinde kullanılan sentetik tiner yüzeyde yıpranmaya neden olmaz.

Akrilik tiner: Akrilik bazlı tüm ürünlerin inceltilmesi ve uygulama araçlarının temizliğinde kullanılır.

İzopropil alkol: Alkol tipi düşük maliyetli bir organik solventtir. Boya, deri, mürekkep sektörlerinde ve selülozik tiner imalatında kullanılır.

Kimyasal bir inceltici olan solventler neredeyse her söktörde kullanılır. Solventler kullanıldığında içindeki kimyasal özelliklerine göre tehlikeli atık olarak değerlendirilir. Deriye teması hâlinde bol su ile yıkanmalıdır. Aksi durumda deride kuruma, çatlama ve su dolu kabarcıklar oluşur. Solunmasıyla baş ağrısı, uyuklama, dikkat dağınıklığı, mide bulantısı oluşabilir (Ruder, 2006; Viane, 2002).

1.4.5.3.3.1. Solvent Bazlı Sistemler

Solventler katı, sıvı ve gaz halindeki maddeleri fiziksel olarak çözen organik ve inorganik sıvılardır. Uçucudur. Uçucu olmayan bileşenler için taşıyıcı niteliktedir. Çözünen madde veya solvent çözünme esnasında herhangi bir kimyasal değişikliğe uğramaz (Wypych, 2001).

Kimya sektöründe taşıyıcı, itici, inceltici veya çözücü olarak kullanılan solventler; boyanın akışkanlığını ve uygulama özelliklerini etkiler. Solventlerin temel fonksiyonu boyadaki uçucu olmayan bileşenler için taşıyıcı olmaktır. Solvent buharlaşır ve sonra boya malzeme yüzeyine sabitlenir. Çeşitli solventlerin birleşimi ile solvent bazlı boyalar oluşturulabilir (Gündüz, 2005).

Boyanın uygulanmasından sonra uçup giderek katı olan boya tabakasına kolay püskütülebilirlik ve sürülebilirlik katar ve bu sayede boya veya vernik yüzeye ince bir tabaka şeklinde yapışır. Bunun yanında solventler boyanın kuruma süresini ve yüzeye yapışma kuvvetini etkiler ve boyayı oluşturan çeşitli bileşenlerin birbirleri içinde çözünmelerini sağlar.

Ucuz olmaları, alkid, yağ vernik ve diğer reçineleri iyi çözmesinden dolayı boya endüstrisinde en çok hidrokarbon solventler tercih edilir. Hidrokarbon solventler grubundan alifatik hidrokarbonlardan n-hekzanve n-heptan, aromatik hidrokarbonlardan ise toluen, ksilen ve etilbenzen en çok tercih edilen solventlerdir. Bunlara ilaveten boya üretiminde halojenlenmiş hidrokarbon solventler, alkoller, ketonlar, esterler ve eterler de kullanılırlar (Kürkçü, 2009).

1.4.5.3.3.2. Su Bazlı Sistemler

Su bazlı vernikler, ağaç malzemenin rengini değiştirmeyen, çoğunlukla renksiz, kokusuz üretilen ve sararmayan kimyasal reaksiyon kurumalı verniklerdir. Reaksiyonla sertleştikleri için dönüşümsüz katman verirler (Yıldız, 1999).

Alkidler, poliesterler, akrilikler, poliüretanlar ve daha pek çokbaşka reçineden çok düşük düzeylerde uçucu organik bileşikler (VOC-Volatile Organic Component) içeren dispersiyonlar hazırlanabilmektedir. Bu konuda öğrenilmesi gereken pek çok şey olmakla birlikte, dispersiyonların en çok umut vadeden su bazlı yüzey işleme sistemleri olduğu söylenebilir (Yıldız, 1999).

Su bazlı sistemler boya olarak uzun sürelerden beri bilinmesine rağmen, akrilik emülsiyon polimerleri veya akrilik lateksler olarak tanıtılan boyalar, daha çok inşaat sistemlerinde kullanılmasına yönelik hazırlanmıştır. Özellikle ağaç malzemedede lif ve doku kabarmasına sebep olacağı, metalde ise paslanma yapabileceği düşüncesi su bazlı sistemlerin ağaçışleri ve metal söktörüne girmesini yavaşlatmıştır. Sadece ağaç işleri endüstrisinde solvent bazlı boya ve verniklerin kullanımıyla atmosfere önemli miktarlarda organik esaslı uçucu bileşikler salınır. Bu da su bazlı sistemlerin çevre kirliliği bakımından ne kadar önemli olduğunu hatırlatır (Sönmez ve Budakçı, 2004).

Su bazlı sistemlerin formüle edilmesine olanak sağlayan bağlayıcı reçinelerin bu kadar fazla çeşitlenmesi, diğer çevre dostu sistemlere kıyasla daha hızlı gelişmesine olanak sağlamıştır. Bu bağlayıcılar arasında poliüretan bağlayıcılar, gerek son ürüne kazandırdıkları özellikler gerekse kullanım alanlarının çeşitliliği açısından, özel bir önem arz etmektedir (Blanche, 1997).

Su çözücülü vernikler; alkid, akrilik, poliester ve poliüretan vb. birçok reçineden üretilir. Mat verniklerde matlaştırıcı maddeler bulunmaktayken parlak verniklerde renk pigmenti bulunmaz. Endüstride önemli yer tutmaya başlayan bu sistem dispersiyon ve emülsiyon polimerizasyonu esasına göre hazırlanır (Johnson, 1997).

Su bazlı ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları Tablo 4'de verilmiştir (Yakın, 2001).

Tablo 4. Su bazlı ve solvent bazlı sistemlerin birbirinden önemli farkları

ÖZELLİK	SOLVENT BAZLI	SU BAZLI
Fiziksel durumu	Tam bir çözelti	Su içinde yayılmış tanecikler
Köpürme	Önemli bir sorun değil	Köpük önleyici veya kesici kullanımına gerek var
Kaynaşma	Gerek yok	İyi bir katman için gerekli
Pigment kullanımı	Pigment kullanımı ve stabilizasyonu daha kolay	Pigment kullanımı için ıslatmayı artırıcı katkılara gerek vardır ve pigment stabilizasyonu daha zordur
Katman oluşturma	Havayla oksitlenme, izosiyanat reaksiyonları, UV ile sertleştirme gibi reaksiyonlarla katman oluşturlar	Suyun uçurulmasını takiben kaplanacak yüzeydeki polimer taneciklerinin birbiriyle yapışması (coalescence) ile katman oluşturlar
Katman oluşturma sıcaklığı	Herhangi bir kısıtlama yoktur	En çok veya en az katman oluşturma sıcaklığı belirlenmelidir
Bağlayıcı reçinenin molekül ağırlığı	Formülasyon viskozitesini çok etkiler	Formülasyon viskozitesini etkilemez

1.4.5.3.4. Katkı Maddeleri

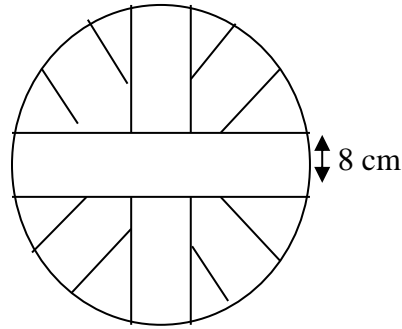
Yüzey işleme maddelerinin üretimi, işlenmesi ve kullanımında çok çeşitli beklentiler, bazı teknik özellikleri gerektirmektedir. Bu özelliklere ancak katkı maddeleri sayesinde ulaşılabilir. Kurtoğlu (2000) ve Wicks vd. (1989)'ne göre kimyasal katkı maddeleri yüzey işlem maddesi için genellikle düşük miktarlarda kullanılmaktadır. Boya ve verniklere viskozite, direnç, elastikiyet, matlık veya parlaklık kazandırmak; mantarlara ve UV ışınlarına karşı dayanımını artırmak ve kuruma hızını ayarlamak için değişik kimyasallar ilave edilir.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Malzeme

2.1.1. Ağaç Malzemenin Temini ve Özellikleri

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



Şekil 3. Tomrukların biçilme şekli

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

Yetişme ortamlarına göre 20-40 metre boylarında narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı her dem yeşil bir ağaçtır. Aslında bu son özellikler ağacın yaşlılığı ile oluşur. Sarıçamın önemli bir anahtar özelliği

kabuğudur. Kabuk genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde tilki sarısı, kirli sarımsı kırmızı ya da kırmızımsı kahverengi bir renktedir. Gövdenin altlarında ve yeşil ağaçlarda önceleri sarı olan renk koyulaşmakta ve gri kahverengi, kalın ve çatlaklı bir biçim almaktadır. Genç sürgünler önceleri yeşilimsi sarı, sonraları grimsi sarıdır ve çıplaktır (Anşin ve Özkan, 1997).

Sarıçamlar, yeryüzünün 38° - 70° kuzey enlemleri arasında yayılmıştır. Türkiye’de en değerli odun türünü veren sarıçamlar Sinop Ayancık yöreleri ile Boyabat Göktepe ormanları, Eskişehir Çatacık ormanlarındaki uzun ve düzgün gövdeli, sivri tepeli sarıçamlardır. Bunlardan başka Oltu, Göle, Sarıkamış’ta, Dumanlı, Köse Dağlarında yetişen sarıçamlar gayet güzel ve iyi ormanlar oluşturmaktadır. Buralardaki sarıçamlar çoğu kez saf olarak yayıldığı gibi bazen kayın, ladin, karaçam, göknar, meşe ve benzeri ağaç cinsleri ile karışık ormanlar kurmaktadır. Türkiye’deki iğne yapraklılar içinde kapladığı alan bakımından kızılçam ve karaçamdan sonra üçüncü sırada gelmektedir. Dikili ağaç serveti olarak da tüm iğne yapraklılara katılım oranı % 18’dir (Anşin ve Özkan, 1997; Tomak, 2011).

Ağacın yetiştiği yer özellikleri üzerine çok etkilidir. Yüksek kesimlerde yıllık halkalar dar olurken, deniz seviyesine yakın yerlerde ise yıllık halkaların geniş olduğu görülür. Dağlık kesimlerde yetişen üstün özellikli odunların öz odunu koyudur. Düşük rakımlı yerlerde yetişen üstün özellikli odunlarda da yine öz odunu koyu renktedir. Yetiştirme koşulları kötü ise öz odunu oluşmaz. Boyuna reçine kanalları enine, radyal ve teğet kesit düzlemlerinde çıplak gözle rahatlıkla görülür (Merev 2003). Diri odun genişliği yetiştirme muhiti şartları ve ağaç yaşı ile değişmekle birlikte 5-10 cm olup, sarımsı beyaz renktedir. Yine yıllık halkalar da yetiştirme yerine göre dar veya geniş olabilir. Yaz odunu parlak ve kahverengidir. Radyal kesitte birbirine paralel şeritler halinde görülür, teğet kesitte geniş sarımsı şeritler oluşturur (Dündar, 2005; Tomak, 2011).

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

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

Makaslama Direnci (kg/cm²) 100

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

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

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

Doğu kayınının genel coğrafi yayılışı, Bulgaristan, Türkiye, Kafkasya ve İran'dır. Batı Balkan Yarımadası'ndan başlar, Trakya'nın kuzey ve güney dağları ile bağlantı kurarak İstanbul mıntıkası üzerinden Batı Anadolu'ya geçer. Oradan Kuzey Anadolu kenar dağları boyunca Kafkasya ve Kırım'a kadar uzanır. Ülkemizde en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz Bölgesi'nde yapar. Demirköy'den Hopa'ya kadar Karadeniz sahiline paralel uzanan dağların orta ve yüksek kısımlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık ormanlar kurar. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer görülür. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos ormanlarında, kuzeye yönelik yamaçlarda saf ve karışık orman kurar. Marmara ve Ege Bölgelerinde yer yer görülür. Güney Anadolu'da Adana'nın Pos ormanlarında, Amanos Dağlarında ve Maraş-Andırın yöresinde yerel olarak bulunur. Doğu kayınının ülkemizdeki yatay yayılışı doğusunda 38° 54' - 45° 10' kuzey enlemleri ile 22° 00' - 49° 00' doğu boylamları arasındadır. Dikey yayılışı ise; Karadeniz Bölgesinde kıyıdan başlayan kayın, Batı Karadeniz'de 1300 m'ye, Doğu Karadeniz'de 1800-1900 m'ye kadar yükselmektedir. Balkan Yarımadası'nda 10-800 m arasında bulunur ve yer yer 1100-1400 m'lere çıkar. Karadeniz ardında 1000 m'den sonra başlar, 1700-1800 m'ye kadar çıkar. Güney Marmara Bölümü'nde 500 m'den sonra ormanlar kurar, iç kısımlara doğru gidildikçe 1000-1200 m ile 1500-1700 m hatta 1800 m'ye ulaşır. Güney Anadolu'da, ormanların yüksek yetişme yerlerinde yaklaşık 1500 m'lerden başlayarak 1500-1600 m ile 1750 m üzerinde yayılış gösterir (Anşin ve Özkan, 1997; Yıldız, 2002).

Öz odunu-diri odun farkı yoktur. Renk yetiştirme ortamına göre değişir. Sağlıklı bireylerin odunları sarımsı beyaz, beyaz krem, pembemsi ve kırmızımsı renktedir. Traheler çıplak gözle görülmez, öz ışınları görülür. Bazı odunlarda taç şeklinde veya daire şeklinde yalancı özodunu oluşur. Akdeniz orijinlilerinin odunu sert ve ağır, kalkerli ovalarda yetişenlerin ise hafif ve yumuşaktır. Yıllık halka genişliği yetiştirme ortamına göre değişir. Odunu dağınık trahelidir. Yıllık halkalar belirgin, ancak ilkbahar-yaz odunu sınırı belirgin değildir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine göre bariz şekilde küçük boyutludur ve tek tek dağılır (Merev, 2003).

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

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

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

Yapılan testlere ait örnek boyutu, her varyasyon için örnek ve ölçüm sayısı ve standartları Tablo 5 de verilmiştir.

Tablo 5. Yapılan çalışmalara ait deneme deseni

Yapılan test	Örnek boyutu(mm)	Her varyasyon için örnek/ölçüm sayısı	Standart
Su alma ve boyutsal kararlılık testi	6,4 × 25 × 50	10/1	AWPA E4-03
Mantar çürüklük testi	5x15x30	10/1	EN 113
Liflere paralel basınç direnci	20 x 20 x 30	7/1	TS 2595
İç mekanda renk değişimi testi	5x75x100	3/5	ISO 7724
Yüzey pürüzlülük testi	5x75x100	3/5	DIN 4768
Yapışma testi	20x40x300	3/5	ASTM D 4541

2.1.2. Üst Yüzey İşlem Maddeleri

Üst yüzey işlem maddesi olarak ülkemizde kullanılan yeni nesil ahşap koruyuculardan bazıları denenmiştir. Kullanılan kimyasallar ticari olarak piyasada mevcut bulunan üst yüzey işlem maddeleri olduğu için; bunların ticari adları yerine özel adlandırma sistemi tercih edilmiştir. Çalışmalarda üç farklı firmaya ait A, B, C, D ve E diye isimlendirilen beş üst yüzey işlem maddesi kullanılmıştır.

2.1.2.1. A Maddesi

Tanımı: Solvent bazlı, yarı mat olan bu koruyucu ahşabın küf ve mantar oluşumunu engelleyen, dokusunu koruyan ve yüksek renk gücüne sahip bir içeriği vardır.

Ürün 0.750 lt, 2.5lt, 15 ltlik ambalajlarda pazara sunulmuştur. Kullanım alanı olarak ahşap panolarda, kapı, pencere doğramalarında, panjurlarda, balkon ve merdiven korkuluklarında, ahşap tavan ve krişlerde, rustik ve dekoratif ahşap elemanlarında, doğal görünümün korunması istenen mobilya elemanlarında ve ağaç işlerinde kullanıldığı belirtilmiştir.

Vernikli ahşap koruyucu'nun mantar nedeni ile çürümeye yatkın bir madde olan ahşabın korunmasını sağladığı; kurt, küf, mantar oluşumunu engellediği, ahşabın üzerinde yarı parlak transparan bir film oluşturarak, doğal ahşap görünümünü bozmadan renklendirdiği ve ahşaba dekoratif, muntazam bir görünüm sağladığı özellikleri arasında gösterilmiştir.

Ürünün Teknik Özellikleri;

Görünüm	: Şeffaf-renkli
Kimyasal yapısı:	: Uzun yağlı alkid reçinesi
Tüketim (pratik)	: Tek katta 0.078 – 0.115 Kg/m ² (0.085 – 0.125 lt/m ²)
Kaplama gücü (teorik)	: 8-12 m ² /lt
Kuruma süresi	: Tam kuruma süresi; maximum 24 saat Katlar arası bekleme süresi; minimum 8 saattir.
Önerilen uygulama katı	: Ahşabın cinsine (sert, yumuşak) ve istenilen renk tonuna göre iç yüzeylerde 2 veya 3 kat, dış yüzeylerde min. 3 kat uygulanmalıdır.
Kalıcı madde	: % 48-50

Yoğunluk	: 0.90 – 0.92 gr/cm ³
Viskozite	: 40– 48 sn. ISO CUP-6

2.1.2.2. B Maddesi

Tanımı: Üretan alkid yapılı, parlak olan bu vernikli koruyucu; güneş ışınları, nem ve diğer atmosferik koşullara dayanıklıdır ve UV filtrelidir.

Ürün 0.750 lt, 2.5lt'lik ambalajlarda pazara sunulmuştur. Kapı, pencere, pergule, bahçe mobilyaları, deniz araçları ve diğer tüm ahşap doğramalarda kullanılabilirdiği belirtilmiştir.

Solvent bazlı dış cephe ahşap verniğinin güneş ışınları, nem ve diğer atmosferik koşullara dayanıklı olduğu ve UV filtre ihtiva ettiği özellikleri arasında gösterilmiştir.

Ürünün Teknik Özellikleri;

Görünüm	: Şeffaf-parlak
Kimyasal yapısı	: Üretan alkid
Tüketim(pratik)	: Tek katta 0.053 -0.067 kg/m ² (0.056 - 0.071 lt/m ²)
Kaplama gücü(teorik)	: Tek katta 14-18 m ² /lt
Kuruma süresi	: Tam kuruma süresi maximum 24 saat
Katlar arası bekleme süresi minimum 12 saattir	
Önerilen uygulama katı	: 2 kat
Yoğunluk	: 0,95 gr/ml

2.1.2.3. C Maddesi

Tanımı: Alkid bağlayıcı esaslı, yarı şeffaf, mat görünümlü ahşap koruyucudur. Ürün 0.75 lt, 2.5 lt, 15 lt.'lik ambalajlarda pazara sunulmuştur. Dekoratif koruyucunun iç ve dış tüm ahşap yüzeylerde kullanılabilirdiği, kolay emilimi sayesinde formülündeki özel katkı maddelerinin ahşaba derinlemesine işlediği ve ahşabı küf, mantar ve tahta kurtlarından etkin bir şekilde koruduğu belirtilmiştir.

Ürünün Teknik Özellikleri;

Görünüm	: Yarı şeffaf-mat
Kaplama gücü	: Tek katta 1 litre ile 8-12 m ² /l

Kuruma süresi : Dokunma kurumasını 1-3 saatte,
tam kurumasını 12 saatte tamamlar.

Katı madde % (Ağırlıkça) : 17±2

Önerilen uygulama katı : 2 Kat

Yoğunluk (G/Cm³,20 °C) : 0.84 ± 0.02

Viskozite (Fcup4 ,Sn, 25 °C) : 12± 2

Bileşimi Hakkında Bilgi

Alifatik solvent içinde uzun yağlı alkid solüsyonu (%): 80-84

Kurşun Oktoat (%24) : 0,15-0,20

Metiletilketoksim (%) : 0,085-0,11

2.1.2.4. D Maddesi

Tanımı: Akrilik esaslı, şeffaf, nanoteknolojik hammadde ihtiva eden, üstün su itme özelliği olan UV filtre içeren su bazlı ahşap verniğidir.

Verniğin yumuşak ve sert tüm iç, dış ahşap yüzeyler, kapı, pencere, bahçe mobilyaları ve diğer ahşap malzemelerde dekoratif ve koruyucu amaçla kullanıldığı; ahşaba çok iyi nüfuz ettiğinden güneş ışınlarına, küf, mantar ve bakterilere karşı ahşabı uzun süre koruduğu özellikleri arasında gösterilmiştir. Kokusuz, insan sağlığına ve çevreye duyarlı, sararmayan, kolay uygulanabilen, yüzeye iyi yapışma sağlayan, esnek yapıda bir vernik olduğu ayrıca belirtilmiştir.

Ürünün Teknik Özellikleri;

Görünüm : Şeffaf-yarı mat

Kaplama gücü : Tek katta 12m²/lt.

Kuruma süresi : Tam kuruma 24 saat.

Önerilen uygulama katı : 2 veya 3 kat

Yoğunluk(gr/cm³,20⁰ C) : 0,98±0,02

Viskozite(25⁰ C) : 1400-1800

2.1.2.5. E Maddesi

Tanımı: Alkid reçine esaslı, şeffaf, dekoratif ahşap koruyucudur. Her türlü iç ve dış ahşap yüzeylerde, bahçe mobilyalarında ve cephe kaplamasında tahta kurtları, küf ve mantarlara karşı koruyucu özelliği olan, çizilme ve aşınma direncinin de yüksek olduğu bir vernik türü olduğu belirtilmiştir.

Ürünün Teknik Özellikleri

Görünüm	: Şeffaf-yarı mat
Kaplama gücü	: 2 katta 12m ²
Kuruma süresi	: Dokunma kuruması:1-3 saat
Sert kuruma	: 12-15 saat
Önerilen uygulama katı	: 2 kat
Yoğunluk(gr-ml)	: 0,90±0,03
Viskozite(sn-D4)	: 42±5

Beş farklı üst yüzey işlem maddesinin kataloglarında yer alan özellikleri Tablo 6 da verilmiştir.

Tablo 6. Ahşap koruyucuların/verniklerin katalog özellikleri

Ürün adı	Küf/mantar	UV	Su geçirmeme	Yapışma
A	+	+	+	+
B	+	+	+	
C	+			
D	+	+	+	+
E	+	+		

2.2. Üst Yüzey Uygulama İşlemi

Vernikler uygulama süresince direkt güneş ışığı almayan serin, kuru iyi havalandırılmış 5-35°C 'lik ortamlarda ve ambalajında muhafaza edilmiştir. Çalışırken uygun koruyucu giysi, eldiven, maske kullanılmış; maddelerin uzun süre solunmasından kaçınılmıştır.

Tüm üst yüzey maddeleri her kullanımdan önce iyice karıştırılmış katlar arasında 24 saat beklemek koşuluyla hiçbir inceltme işlemi yapılmadan fırça yardımı ile üst ve yan

yüzeyle homojen bir şekilde 4 kat tatbik edilmiştir. Uygulama yapılacak yüzeyler yağ, kir ve tozdan arındırılmış, gerekiyorsa zımpara yapılmıştır. Her uygulamadan sonra; fırça sentetik tiner ile temizlenmiş, vernik uygulanmış yüzeyler 3 gün süreyle fiziksel ve kimyasal etkenlerden korunmuştur.

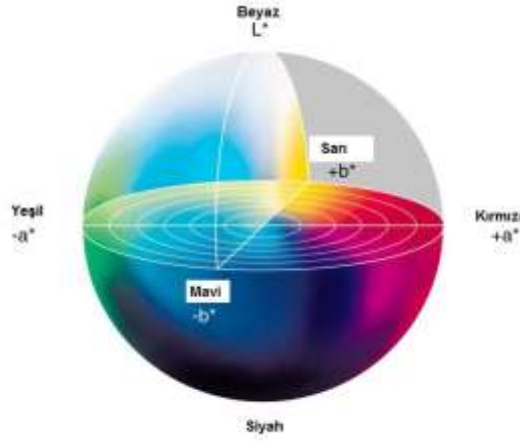
2.2.1. İç Mekan Koşullarında Renk Değişim Analizi

KTÜ Orman Fakültesi Odun Koruma Teknoloji'si laboratuvarında hazırlanan test örneklerinin renk ölçüm analizi Konica Minolta CD-600 marka renk ölçüm cihazı ile yapılmıştır (Şekil 4). Hazırlanan örneklerin 5 farklı noktasından renk ölçümü alınmış ve bunların ortalaması bulunmuştur.



Şekil 4. Test/kontrol örnekleri ve renk ölçüm cihazı

CIELab (Commission International de l'Eclairage) sistemi üç değişkenden oluşmaktadır (ISO 7724). L*: Işık stabilitesi, a* ve b* kromotografik koordinatları ifade etmektedir (+a* kırmızı için, -a* yeşil için, +b* sarı için, -b* mavi için kullanılmaktadır) (Şekil 5).



Şekil 5. CIELab renk sisteminin gösterimi

Farklı sürelerde iç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde L^* , a^* ve b^* değerleri, belirlenerek meydana gelen renk değişiklikleri aşağıda verilen formüle göre belirlenmektedir:

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

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

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

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

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

Hazırlanan test ve kontrol örnekleri 1 ay süre ile 20°C sıcaklık % 65 ± 5 bağıl nem içeren ortamda bekledikten sonra laboratuvar şartlarında ilk renk ölçümleri alınmıştır. Daha sonra iç mekanda bol güneş ışığı alan bir pencere önüne yerleştirilerek Tablo 7'de verilen zaman aralıklarında renk ölçümleri alınmıştır.

Tablo 7. Renk ölçümü zaman aralıkları

Ölçümler	Test Ölçüm Tarihi
Ölçüm	13.06.2014
Ölçüm	26.06.2014
Ölçüm	20.07.2014
Ölçüm	05.08.2014
Ölçüm	18.08.2014
Ölçüm	15.09.2014

2.2.2. Yüzey Pürüzlülük Analizi

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçülmesinde TIME TECHNOLOGY TR-100 cihazı kullanılmıştır (Şekil 6). Ölçümler KTÜ Orman Fakültesi Odun Koruma Teknolojisi Laboratuvarı'nda alınmıştır.



Şekil 6. Yüzey pürüzlülük test cihazı

Örneklerin yüzey pürüzlülüğü değerleri DIN 4768 standartlarına göre belirlenmiştir. Örnekler üzerinde Ra ve Rz pürüzlülük değerleri ölçülerek ortalamaları hesaplanmış ve karşılaştırma yapılmıştır. Örneklerin her birinin yüzeyinden 5 farklı yerden ölçüm alınmıştır. Yüzey pürüzlülüğü ölçümlerinde, çapı 10 μ m olan 90⁰ açılı elmas uçlu bir tarama detektörü kullanılmış ve kesme uzunluğu $\lambda_c = 2,5$ mm, hareket mesafesi 6 mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 1 mm/sn hızla liflere dik doğrultuda gerçekleştirilmiştir. Burada;

Ra= Ortalama pürüzlülük değeri,

Rz = On nokta pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

Pürüzlülük İndeksi (RI) ve Mikro-çatlak indeksi (MCI) olarak adlandırılan iki değişken eşitlik 5 ve 6'ya göre tanımlanmıştır (Nzokou, 2004).

$$RI = \frac{Ra(w)-Ra(i)}{Ra(i)} \quad (5)$$

Burada,

Ra(w): Test sonrası ortalama pürüzlülük değeri,

Ra(i): Test öncesi ortalama pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

$$MCI = \frac{Rmax(w)-Rmax(i)}{Rmax(i)} \quad (6)$$

Burada,

Rmax(w): Test sonrası maksimum pürüzlülük değeri,

Rmax(i): Test öncesi maksimum pürüzlülük değerini ifade etmektedir.

2.2.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci (LPBD) deneyleri TS 2595'e göre yürütülmüştür. 20 x 20 x30 mm (radyal, teğet, boyuna) boyutlarında, her bir varyasyon için 7'şer adet olmak üzere test ve kontrol örneği hazırlanmıştır. Deney KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknoloji laboratuvarındaki universal test makinesinde yapılmıştır (Şekil 7). Deneyler öncesi denge rutubetine getirilen örneklerin enine kesit boyutları (a x b) belirlenmiştir. Deney hızı örnekler makinede 1.5-2 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmış olup, 2000'lik alandaki kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) ölçülmüştür. LPBD aşağıdaki eşitlik (8) yardımıyla hesaplanmıştır.

$$LPBD (N/mm^2) = F_{max}/(a.b) \quad (7)$$



Şekil 7. Liflere paralel basınç direnci test cihazı

2.2.4. Yapışma Direnci Testi

Yapışma direncinin belirlenmesi için 20x40x300 mm boyutlarındaki 3'er örnekten yararlanılmış ve deneyler ASTM D 4541 esaslarına uygun olarak her bir örnekten beşer ölçüm alınarak yapılmıştır.

Bu amaçla örneklerin belirli yerlerine 20 mm çapındaki çelik silindirler epoksit tutkalı yardımı ile yapıştırılmış, tutkalın kuruması için 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem koşullarında 1 gün bekletilmiştir. Daha sonra, örnekler yapışma direnci ölçme aletinin (Erichsen Adhesionmaster 525 MC) çekme silindiri altına yerleştirilerek çelik silindirlerin bağlantısı yapılmış ve 0,5 N/s hızda deneyler gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Kopma anındaki kuvvet değeri $\pm 0,01$ N duyarlılıkta ölçülmüş ve örneklerin yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\rho_a = \frac{F}{A} \quad (8)$$

Burada;

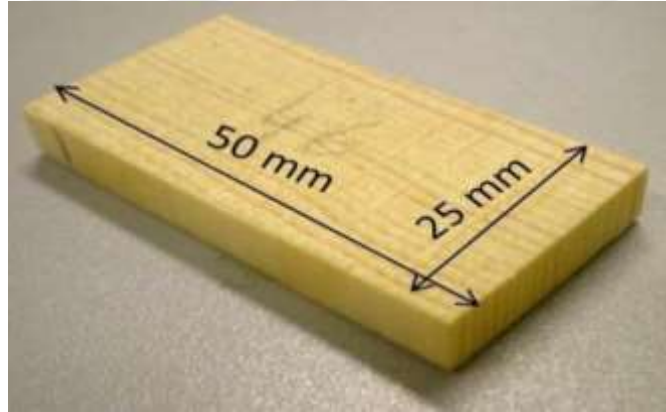
- ρ_a : Yapışma direnci (N/mm²)
- F : Kopma anındaki kuvvet (N)
- A : Uygulama alanı (mm²)



Şekil 8. Yapışma direnci test cihazı

2.2.5. Su Alma ve Boyutsal Kararlılık Testi

Test, AWWA E4-03 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla $6,4 \times 25 \times 50$ mm (lifler yönü×radyal×teğet) boyutlarında hazırlanan örnekler 20°C sıcaklıktaki ve %65 bağıl nemdeki iklimlendirme odasında %9-10 rutubete getirilmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Su alma ve boyutsal kararlılık testi örnek boyutu

İklimlendirme odasından alınan %9-10 rutubetindeki örneklerin test öncesi ağırlıkları 0,01 gr duyarlılıktaki analitik terazi yardımıyla; lif yönü, teğet ve radyal yöndeki boyutları ise 0,01 mm hassasiyetteki dijital kumpasla ölçülmüştür. Her bir örnek grubu ayrı ayrı beherler içerisine yerleştirilmiş ve üzerine saf su eklenmiştir. Örneklerin su üstüne çıkmasını önlemek için üzerlerine engel konulmuştur. 10.dk, 20.dk, 30.dk, 40.dk, 50.dk, 60.dk, 2.saat, 3.saat, 4.saat, 1.gün, 2.gün, 1 hafta ve 2 hafta sonunda sular yenisiyle

değiştirilmiştir. Her değişim sonunda örneklerin ağırlıkları ve boyutları ölçülerek kaydedilmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Boyutsal kararlılık testi örneklerinin boyutlarının ve ağırlıklarının ölçülmesi

Örneklerin her periyot sonundaki su alma oranları aşağıdaki eşitlik yardımıyla bulunmuştur.

$$SAO = \frac{A_2 - A_1}{A_1} \times 100 \quad (9)$$

SAO: Su alma oranı (%)

A_2 : Örneğin deney sonrası ağırlığı (gr)

A_1 : Örneğin deney öncesi ağırlığı (gr)

Boyutsal kararlılık oranı ise şu eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$BKO = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100 \quad (10)$$

BKO: Boyut kararlılık oranı (%)

B_2 : Örneklerin deney sonrası radyal ve teğet yöndeki boyutları

B_1 : Örneklerin deney öncesi radyal ve teğet yöndeki boyutları

2.2.6. Mantar Çürüklük Testi

Modifiye edilmiş EN 113 (1980) çürüklük testi, 5 x 15 x 30 mm (radyal, teğet, boyuna) boyutlarındaki örneklerin kullanılmasıyla KTÜ Orman Endüstri Mühendisliği Mikoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Deney öncesi örnekler 80°C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları (Çö) belirlenmiştir. Çürüklük testi test ve kontrol örneklerine 10 tekrarlı olmak üzere agar ortamında uygulanmıştır (Şekil 11). Sarıçam ve kayın odunu örnekleri için *Postia placenta* esmer çürüklük mantarı kullanılmıştır.

1 lt saf suya 48 g malt ekstrakt-agar konularak hazırlanan çözeltinin homojen bir şekilde karışması için manyetik karıştırıcıda 5 dakika karıştırılmıştır. Çözeltiyi sterilize etmek için 1 lt'lik erlenlerin ağızları alüminyum folyo ile kaplanarak 121°C'deki bir otoklavda 30 dk bekletilmiş ve süre sonunda otoklavdan çıkarılarak UV ışığı altında steril kabinde soğumaya bırakılmışlardır. Agar çözeltisinin dökme kıvamına gelmesiyle her steril plastik petri kabına bir miktar agar aktarılmış ve 1 gün boyunca UV kabininde bekletilmişlerdir. Agar çözeltilerinin iyice donması sağlandıktan sonra petri kaplarına mantar miselleri aşılacaktır. Misellerin petrileri iyice sarması için 20°C ve % 65 bağıl nem koşullarındaki iklim dolabında bir hafta bekletilmiştir. Odun örnekleri ise otoklavda 120°C'de 40 dakika sterilize edilmişlerdir. Soğuduktan sonra her bir petri kabına 1 test ve 1 kontrol örneği yerleştirilmiştir. 60 gün 20°C ve %65 bağıl nemli bir odada mantarsaldırısına bırakılan örneklerin, deney sonrasında tam kuru ağırlıkları (Çs) belirlenerek ağırlık kayıpları (%) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmış ve biyolojik dayanım özellikleri değerlendirilmiştir.

$$AK(\%) = \frac{C_{\text{ö}} - C_s}{C_{\text{ö}}} \times 100 \quad (11)$$



Şekil 11. Mantar çürüklük testi uygulama aşamaları

3. BULGULAR

3.1. Yüzey Renk Değişimi Analizi

Laboratuvar koşullarında dñzenlenen dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını ve sarıçam odununda renk değişim değerine (ΔE^*) etkisi olup olmadığı Tablo 8 ve 9'da verilmiştir.



Tablo 8. İç mekan koşulları testinde doğu kayını test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve varyans analizi sonuçları (p<0.05)

VERNİKLER	İLK ÖLÇÜM			1. ÖLÇÜM				2. ÖLÇÜM				3. ÖLÇÜM			
	L	A	B	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A	54.31	8.00	27.57	-1.75	1.66	-1.62	2.92	-1.81	1.85	-0.50	2.70	-1.02	1.50	0.07	1.95
S	0.45	0.46	0.38	0.13	0.06	0.52	0.36	0.09	0.20	0.73	0.07	0.62	0.14	0.71	0.41
B	49.52	7.79	28.71	-0.18	1.12	-2.42	2.85	0.39	1.13	-2.73	3.12	1.06	0.80	-2.57	3.05
S	0.39	1.01	0.85	1.08	0.26	0.66	0.40	0.87	0.38	0.73	0.39	1.04	0.42	0.47	0.28
C	52.32	9.22	26.71	-1.28	0.99	-1.69	2.35	-1.33	1.27	-0.23	1.89	-0.93	1.28	0.80	1.81
S	1.04	0.44	0.48	0.34	0.12	0.20	0.32	0.56	0.20	0.25	0.48	0.44	0.06	0.22	0.15
D	54.54	7.20	21.87	-0.86	0.27	-1.30	1.64	0.47	-0.27	-0.16	0.83	1.34	-0.67	0.26	1.56
S	0.87	0.49	0.57	0.68	0.22	0.31	0.57	1.13	0.37	0.17	0.94	1.12	0.35	0.37	1.15
E	54.07	8.46	27.53	-1.01	1.18	-2.53	3.06	-0.51	1.18	-0.49	1.52	0.08	0.91	0.42	1.22
S	0.80	0.35	0.50	0.73	0.36	0.24	0.22	0.54	0.30	0.51	0.18	0.80	0.31	0.31	0.36
K	58.06	5.95	18.90	-2.11	0.43	0.67	2.27	-2.28	0.63	3.34	4.10	-2.09	0.62	4.07	4.62
S	0.64	0.03	0.18	0.31	0.21	0.21	0.29	0.27	0.21	0.11	0.23	0.18	0.22	0.21	0.24

*S: Standart sapma

*K: Kontrol örnekleri

Tablo 8 'in devamı

VERNİKLER	4. ÖLÇÜM				5. ÖLÇÜM				MİNİMUM	MAKSİMUM	N	HOMOJENLİK GRUPLARI
	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE				
A	-0.96	1.45	0.54	1.98	-0.77	1.55	1.62	2.48	1.58	3.24	15	AB
S	0.63	0.12	0.79	0.37	0.55	0.09	0.77	0.34				
B	1.31	0.65	-2.37	2.90	2.17	0.47	-1.81	2.96	2.39	3.57	15	B
S	0.78	0.38	0.53	0.21	0.91	0.32	0.51	0.59				
C	-0.84	1.25	1.45	2.11	-0.30	2.70	2.70	3.09	1.34	3.50	15	A
S	0.85	0.15	0.38	0.21	0.47	0.07	0.50	0.44				
D	1.47	-0.71	0.85	2.24	1.88	-0.70	1.87	2.79	0.21	4.02	15	A
S	1.22	0.38	0.37	1.05	1.14	0.35	0.39	1.07				
E	0.20	0.88	1.03	1.52	0.72	0.90	2.23	2.60	1.00	3.28	15	A
S	0.78	0.33	0.40	0.42	0.71	0.37	0.43	0.31				
K	-2.22	0.74	4.74	5.30	-2.54	1.11	5.62	6.27	1.94	6.37	15	C
S	0.27	0.16	0.09	0.05	0.32	0.17	0.07	0.12				

*S: Standart sapma

*K: Kontrol örnekleri

Tablo 9. İç mekan koşulları testinde sarıçam test ve kontrol örneklerinin renk değişimi ve varyans analizi sonuçları (p<0.05)

VERNİKLER	İLK ÖLÇÜM			1. ÖLÇÜM				2. ÖLÇÜM				3. ÖLÇÜM			
	L	A	B	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE
A	57.83	7.38	32.41	0.24	0.06	-0.64	1.45	-1.08	1.33	1.31	2.52	-1.44	1.82	2.02	3.50
S	1.60	0.24	1.25	1.08	0.38	1.13	0.39	1.20	0.30	1.13	0.52	1.74	0.24	1.14	0.42
B	56.51	5.90	34.18	0.72	-0.28	-2.91	3.05	-0.35	0.91	-1.81	2.20	-0.89	1.17	-1.56	2.17
S	1.39	0.73	0.95	0.44	0.29	0.36	0.23	0.91	0.50	0.24	0.44	0.68	0.55	0.47	0.89
C	58.39	7.21	30.84	-0.68	-0.38	-1.33	1.58	-2.80	1.64	2.42	4.06	-3.55	2.20	3.18	5.25
S	0.88	0.80	0.89	0.43	0.25	0.25	0.32	0.31	0.40	0.69	0.77	0.47	0.34	0.66	0.82
D	60.66	6.03	27.94	-0.65	-0.51	-2.08	2.26	-2.18	0.88	1.05	2.66	-2.40	1.38	2.08	3.46
S	0.62	0.59	0.17	0.25	0.31	0.27	0.21	0.61	0.44	0.92	0.85	0.45	0.33	0.09	0.42
E	60.42	6.65	31.74	-0.44	-0.32	-2.40	2.50	-2.58	1.81	1.72	3.61	-3.38	2.40	2.35	4.78
S	0.69	0.14	0.86	0.37	0.30	0.66	0.63	0.21	0.36	0.63	0.59	0.14	0.23	0.65	0.47
K	63.40	5.53	26.22	-2.58	0.33	0.10	2.67	-5.56	2.66	4.05	7.40	-6.40	3.33	4.86	8.71
S	0.73	0.23	0.40	0.39	0.13	0.74	0.37	0.74	0.45	1.18	1.31	0.65	0.35	0.15	0.63

*S: Standart sapma

*K: Kontrol örnekleri

Tablo 9'un devamı

VERNİKLER	4. ÖLÇÜM			5. ÖLÇÜM				MİNİMUM	MAKSİMUM	N	HOMOJENLİK GRUPLARI
	Δa	Δb	ΔE	ΔL	Δa	Δb	ΔE				
A	2.22	2.43	4.13	-2.82	3.00	3.23	5.40	1.00	5.28	15	AB
S	0.46	1.17	0.55	1.23	0.35	1.18	0.55				
B	1.77	-1.24	2.60	-2.02	2.49	-0.45	3.28	1.24	4.18	15	A
S	0.40	0.41	0.90	0.94	0.41	0.37	0.86				
C	2.57	3.75	5.94	-4.66	3.50	4.63	7.45	1.21	8.63	15	C
S	0.45	0.72	0.99	0.53	0.43	0.83	1.03				
D	1.71	2.43	4.24	-3.65	2.25	3.20	5.26	1.78	5.79	15	ABC
S	0.25	0.45	0.58	0.45	0.30	0.26	0.49				
E	2.65	2.63	5.24	-4.25	3.35	3.37	6.40	1.88	7.23	15	BC
S	0.39	0.97	0.90	0.50	0.52	1.01	1.09				
K	3.62	4.78	9.18	-8.01	4.36	5.16	10.49	2.25	11.28	15	D
S	0.35	0.54	0.71	0.63	0.37	0.48	0.77				

*S: Standart sapma

*K: Kontrol örnekleri

3.2. Yüzey Pürüzlülük Analizi

Laboratuvar koşullarında düzenlenen dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını ve sarıçam odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değişkenleri (R_a ve R_z) homojenlik gruplarıyla birlikte Tablo 10'da verilmiştir



Tablo 10. İç mekan koşulları testi öncesi ve sonrası için yüzey pürüzlülük değişkenleri ve varyans analizi testi sonuçları (p<0.05)

KAYIN	Test Öncesi		Test Sonrası		Homojenlik Grupları	SARIÇAM	Test Öncesi		Test Sonrası		Homojenlik Grupları
	Vernikler	Ra	Rz	Ra			Rz	Vernikler	Ra	Rz	
A	0.76	14.50	0.69	11.24	B	A	0.75	14.48	0.60	12.49	BC
	(0.18)	(2.63)	(0.25)	(2.18)			(0.17)	(3.35)	(0.13)	(3.95)	
B	0.71	7.10	0.76	10.28	A	B	0.67	6.28	0.86	10.96	A
	(0.09)	(0.84)	(0.07)	(1.30)			(0.07)	(1.21)	(0.20)	(1.97)	
C	0.93	8.75	1.43	14.01	B	C	1.41	15.38	1.68	25.28	D
	(0.31)	(3.32)	(0.71)	(6.46)			(0.49)	(5.13)	(0.70)	(15.51)	
D	0.98	11.98	1.01	12.23	B	D	0.94	13.25	1.10	14.03	BC
	(0.20)	(2.08)	(0.36)	(2.95)			(0.34)	(3.22)	(0.34)	(3.39)	
E	0.59	14.14	0.46	11.83	B	E	0.60	13.12	0.48	12.24	B
	(0.18)	(1.78)	(0.11)	(2.84)			(0.23)	(1.91)	(0.20)	(1.95)	
K	1.82	19.13	2.12	21.76	C	K	1.59	15.44	1.94	18.48	CD
	(0.31)	(4.75)	(0.35)	(4.60)			(0.39)	(4.55)	(0.60)	(6.13)	

*Parantez içerisinde standart sapma değerleri verilmiştir.

*K: Kontrol Örnekleri

3.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Çeşitli kombinasyonlarla verniklenen ve verniklenmeyen (kontrol) örneklerin liflere paralel basınç direncine ait aritmetik ortalama (X), minimum (Min), maksimum (Mak) ve standart sapma (S) değerleri Tablo 11 ve 12’de verilmektedir. Aynı tabloda eğilme direnci üzerine vernik kombinasyonlarının etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları verilmektedir.

Tablo 11. Doğu kayını odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci, standart sapma değerleri ve homojenlik grupları ($p<0.05$)

Vernikler	Doğu Kayını Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)				
	Min	Mak	X	S	Homojenlik Grubu
A	53.30	78.77	65.38	10.32	AB
B	58.12	73.77	65.77	5.17	AB
C	53.82	81.21	68.71	9.55	B
D	64.07	80.82	71.99	6.75	B
E	46.94	81.70	68.03	11.69	B
K	52.07	60.81	57.11	3.73	A

*K: Kontrol örnekleri *X: Ortalama *S: Standart sapma

Tablo 12. Sarıçam odun örneklerinin liflere paralel basınç direnci, standart sapma değerleri ve homojenlik grupları ($p<0.05$)

Vernikler	Sarıçam Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)				
	Min.	Mak.	X	S	Homojenlik Grubu
A	34.72	47.46	43.33	5.01	A
B	37.56	49.74	44.71	4.82	A
C	31.12	54.95	45.37	7.18	A
D	39.17	47.46	44.64	3.13	A
E	41.35	47.16	44.6	1.98	A
Kontrol	32.71	53.37	41.12	7.6	A

*K: Kontrol örnekleri *X: Ortalama *S: Standart sapma

3.4. Yapışma Direnci

Çalışmada kullanılan ağaç türleri ve vernik çeşitlerinin yapışma direnci, ortalama ve standart sapma değerleri ile farklılığın hangi düzeylerde önemli olduğunu belirlemek için %95 güven aralığında yapılan Duncan testi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²) ve Duncan Testi sonuçları(P<0,05)

AĞAÇ TÜRÜ	VERNİK	X	S	MİN.	MAK.	HOMOJENLİK GRUBU
KAYIN	A	4.15	0.53	3.63	5.19	B
	B	2.66	0.49	1.78	3.28	A
	C	2.73	0.59	1.71	3.54	A
	D	3.55	0.78	2.36	4.78	B
	E	3.98	0.9	2.71	4.97	B
SARIÇAM	A	2.36	0.46	1.75	3.03	A
	B	2.61	0.38	2.17	3.31	A
	C	2.35	0.54	1.62	2.90	A
	D	2.79	0.81	1.75	3.85	A
	E	2.8	0.67	1.96	3.92	A

*X: Ortalama *S: Standart sapma

3.5. Su Alma ve Boyutsal Kararlılık Testi

3.5.1. Su Alma Testi

Doğu kayını ve sarıçam odununun farklı kombinasyonlarla (A,B,C,D ve E verniği) üst yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerinin farklı sürelerde (10 dk, 20 dk, 30 dk, 40 dk, 50 dk, 60 dk, 2 saat, 3 saat, 4 saat, 24 saat, 48 saat, 1hafta ve 2 hafta) suda bekletilmesi sonucu su alma oranına ait değerler su alma oranı (SAO) formülü kullanılarak hesaplanmıştır. Bu değerlere ait minimum (Min), maksimum (Mak), aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 14 ve 15’de verilmiştir. Aynı tablolarda her bir kombinasyonun suda bekletilme süresine göre homojenlik grupları Duncan testi yapılarak belirlenmiştir.

Tablo 14. Doğu kayımı odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%)

Suda Bekletme Süresi	Vernik	Su Alma Oranı(%)				
		Min	Max	X	S	Homojenlik Grubu
10 dk	A	0.33	0.98	0.55	0.19	B
	B	0.16	0.66	0.44	0.18	AB
	C	0.34	1.25	0.94	0.27	C
	D	0.34	1.19	0.88	0.29	C
	E	0.17	0.5	0.32	0.12	A
20 dk	A	0.49	1.32	0.80	0.31	B
	B	0.17	0.84	0.57	0.21	AB
	C	0.9	2.86	1.62	0.58	D
	D	0.68	1.69	1.28	0.33	C
	E	0.17	0.5	0.40	0.11	A
30 dk	A	0.65	1.19	0.94	0.20	A
	B	0.33	1.28	0.83	0.27	A
	C	1.62	4.82	2.59	0.94	C
	D	1.36	2.20	1.75	0.25	B
	E	0.34	0.84	0.55	0.16	A
40 dk	A	0.81	2.03	1.19	0.38	A
	B	0.33	1.3	0.97	0.31	A
	C	2.34	6.61	3.51	1.29	C
	D	1.53	2.71	2.17	0.37	B
	E	0.34	1.17	0.75	0.26	A
50 dk	A	0.85	1.68	1.22	0.28	A
	B	0.63	1.47	1.13	0.30	A
	C	3.24	8.93	4.65	1.72	C
	D	1.87	3	2.61	0.35	B
	E	0.35	1.34	0.90	0.30	A
60 dk	A	0.97	2.01	1.40	0.34	A
	B	0.5	1.76	1.26	0.40	A
	C	3.76	10.54	5.53	2.05	C
	D	2.21	3.56	3.00	0.43	B
	E	0.51	1.51	1.07	0.38	A
2 saat	A	1.3	2.51	1.90	0.42	A
	B	0.84	2.4	1.83	0.61	A
	C	6.81	15.36	9.16	2.58	C
	D	3.07	5.25	4.30	0.64	B
	E	0.51	1.84	1.33	0.44	A
3 saat	A	1.62	3.35	2.39	0.53	A
	B	1.17	3.2	2.40	0.65	A
	C	10.04	19.82	12.97	3.02	C
	D	4.43	6.78	5.71	0.72	B
	E	0.67	2.45	1.71	0.62	A
4 saat	A	1.95	4.02	2.86	0.67	A
	B	1.34	4.16	2.96	0.92	A
	C	12.37	23.04	15.79	3.22	C
	D	5.11	8.47	6.81	0.95	B
	E	1.01	2.94	2.15	0.69	A

Tablo 14'ün devamı

24 saat	A	5.19	10.72	7.73	1.68	A
	B	3.34	16.85	11.91	4.55	B
	C	28.49	33.93	31.10	1.61	D
	D	19.17	25.42	22.19	2.03	C
	E	1.85	9.26	5.53	2.18	A
48 saat	A	9.58	17.76	13.17	2.52	A
	B	7.19	23.69	19.48	5.04	B
	C	37.14	40.46	39.02	1.20	D
	D	28.6	33.39	31.34	1.66	C
	E	3.88	16.69	10.34	3.85	A
1 hafta	A	16.56	28.98	21.42	4.16	A
	B	19.23	33.94	28.04	4.15	B
	C	43.1	47.5	45.84	1.31	D
	D	34.55	37.46	36.00	1.10	C
	E	14.33	26.28	19.65	3.55	A
2 hafta	A	24.19	42.51	32.14	6.23	A
	B	29.43	51.49	39.95	6.02	B
	C	58.04	68.99	62.38	4.16	D
	D	46.09	63.53	51.86	6.16	C
	E	22.35	38.51	29.10	4.18	A

*X: Ortalama *S: Standart sapma

Tablo 15. Sarıçam odun örneklerinde suda bekletme sürelerine bağlı olarak meydana gelen su alma oranları (%)

Suda Bekletme Süresi	Vernik	Su Alma Oranı(%)				Homojenlik Grubu
		Min	Max	X	S	
10 dk	A	1.17	2.72	1.94	0.52	CD
	B	0.37	1.08	0.77	0.21	A
	C	1.3	3.24	2.21	0.69	D
	D	1.15	1.95	1.45	0.26	B
	E	1.29	2.11	1.74	0.32	BC
20 dk	A	1.17	2.68	2.09	0.52	B
	B	0.94	1.64	1.28	0.25	A
	C	2.17	5.18	3.34	0.98	C
	D	1.54	2.13	1.84	0.17	B
	E	1.55	2.83	2.14	0.42	B
30 dk	A	1.37	3.66	2.93	0.62	C
	B	1.28	2.33	1.71	0.35	A
	C	3.04	6.26	4.12	0.91	D
	D	1.75	2.91	2.34	0.37	B
	E	1.94	3.7	2.76	0.63	BC
40 dk	A	1.96	4.62	3.64	0.74	B
	B	1.08	2.18	1.72	0.39	A
	C	3.91	7.13	5.10	0.90	C
	D	2.3	3.49	3.00	0.47	B
	E	2.33	4.77	3.40	0.80	B

Tablo 15'in devamı

50 dk	A	1.96	4.62	3.70	0.72	B
	B	1.28	3.07	2.06	0.47	A
	C	5.43	8.86	6.38	0.99	C
	D	2.5	4.06	3.36	0.50	B
	E	2.52	4.96	3.77	0.93	B
60 dk	A	1.96	4.85	3.91	0.80	B
	B	1.28	3.43	2.19	0.58	A
	C	5.87	9.94	7.03	1.20	C
	D	2.69	4.46	3.75	0.67	B
	E	2.95	5.15	4.12	0.84	B
2 saat	A	2.74	5.63	4.71	0.83	B
	B	1.64	4.15	2.81	0.67	A
	C	8.55	13.82	10.85	1.55	C
	D	3.65	5.62	4.66	0.69	B
	E	3.49	5.92	4.84	0.92	B
3 saat	A	3.24	6.41	5.20	1.14	B
	B	2.19	5.42	3.63	0.85	A
	C	11.55	19.22	15.02	2.36	C
	D	4.8	6.98	5.86	0.79	B
	E	4.43	6.87	5.75	0.88	B
4 saat	A	3.91	7.57	6.28	1.02	B
	B	2.55	6.5	4.27	1.06	A
	C	15.57	20.52	18.32	1.66	C
	D	5.25	7.36	6.40	0.73	B
	E	4.84	7.56	6.60	0.97	B
24 saat	A	11.15	17.89	15.06	1.99	C
	B	7.47	14.82	11.08	2.46	A
	C	30.26	32.61	31.68	0.63	D
	D	12.14	14.15	13.03	0.58	B
	E	11.63	16.48	14.03	1.40	BC
48 saat	A	17.03	26.44	21.49	2.80	C
	B	11.55	19.64	15.77	2.64	A
	C	40.13	42.83	41.93	0.73	D
	D	18.69	20.66	19.78	0.59	BC
	E	15.7	21.72	18.64	1.66	B
1 hafta	A	26.96	38.37	33.58	3.07	C
	B	25.63	32.65	29.42	2.26	B
	C	63.38	67.17	65.58	1.14	D
	D	31.21	38.58	35.09	2.09	C
	E	21.71	30.34	25.27	2.42	A
2 hafta	A	35.18	58.25	47.22	6.15	C
	B	33.03	51.53	40.98	5.66	B
	C	84.09	94.3	88.61	3.65	E
	D	48.75	64.11	53.75	4.54	D
	E	27.52	41.57	33.41	4.28	A

*X: Ortalama *S: Standart sapma

3.5.2. Boyutsal Kararlılık Testi

3.5.2.1. Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim

Doğu kayını ve sarıçam odununun farklı kombinasyonlarla (A,B,C,D ve E verniği) üst yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerinin farklı sürelerde (10 dk, 20 dk, 30 dk, 40 dk, 50 dk, 60 dk, 2 saat, 3 saat, 4 saat, 24 saat, 48 saat, 1hafta ve 2 hafta) suda bekletilmesi sonucu teğet yönde meydana gelen değişime ait minimum (Min), maksimum (Mak), aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 16 ve 17’de verilmektedir. Aynı tablolarda her bir kombinasyonun suda bekletilme süresine göre homojenlik grupları Duncan testi yapılarak belirlenmiştir.

Tablo 16. Doğu kayını odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet yönde meydana gelen değişim oranları

Suda Bekletme Süresi	VERNİK	Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim Oranı(%)				
		Min	Max	X	S	Homojenlik Grubu
10 dk	A	0.02	0.78	0.17	0.23	AB
	B	0.02	0.28	0.10	0.08	A
	C	0.02	0.56	0.31	0.17	BC
	D	0.11	0.88	0.39	0.22	C
	E	0.02	0.34	0.13	0.12	A
20 dk	A	0.06	0.80	0.25	0.24	A
	B	0.02	0.3	0.14	0.09	A
	C	0.44	1.12	0.69	0.25	B
	D	0.33	0.78	0.55	0.14	B
	E	0.04	0.48	0.18	0.13	A
30 dk	A	0.11	0.88	0.36	0.25	A
	B	0.11	0.73	0.34	0.18	A
	C	0.94	1.87	1.26	0.28	C
	D	0.48	0.97	0.82	0.14	B
	E	0.09	0.47	0.25	0.14	A
40 dk	A	0.15	0.91	0.41	0.23	A
	B	0.13	1.01	0.42	0.27	A
	C	1.14	2.66	1.59	0.50	C
	D	0.7	1.55	1.07	0.22	B
	E	0.08	0.51	0.27	0.16	A
50 dk	A	0.19	0.95	0.42	0.23	A
	B	0.19	1.12	0.49	0.29	A
	C	1.14	3.12	1.99	0.60	C
	D	0.81	1.53	1.25	0.21	B
	E	0.06	0.56	0.30	0.19	A

Tablo 16'nin devamı

60 dk	A	0.21	1.37	0.53	0.38	A
	B	0.11	1.16	0.56	0.33	A
	C	1.52	3.59	2.47	0.63	C
	D	1.05	1.97	1.55	0.27	B
	E	0.06	0.64	0.34	0.22	A
2 saat	A	0.34	1.27	0.65	0.27	A
	B	0.15	1.35	0.70	0.41	A
	C	2.61	5.18	3.76	0.71	C
	D	1.55	2.54	2.07	0.28	B
	E	0.02	0.77	0.40	0.24	A
3 saat	A	0.02	1.53	0.78	0.37	A
	B	0.21	1.5	0.82	0.48	A
	C	4.16	5.56	4.99	0.50	C
	D	1.98	3.34	2.66	0.35	B
	E	0.06	1.04	0.66	0.35	A
4 saat	A	0.26	2.18	1.05	0.47	A
	B	0.34	1.8	1.05	0.53	A
	C	5.32	7.24	6.25	0.51	C
	D	2.42	4.44	3.40	0.53	B
	E	0.17	1.19	0.73	0.38	A
24 saat	A	2.33	5.28	3.72	0.80	B
	B	1.63	5.71	4.41	1.29	B
	C	7.43	8.91	8.32	0.52	C
	D	6.86	8.74	7.82	0.62	C
	E	0.74	4.28	2.64	1.09	A
48 saat	A	4.93	7.52	6.53	0.75	B
	B	4.19	7.45	6.42	0.92	B
	C	7.48	8.79	8.40	0.49	C
	D	7.05	8.78	8.00	0.60	C
	E	1.82	6.59	4.87	1.63	A
1 hafta	A	6.77	8.32	7.76	0.49	AB
	B	6.47	8.57	7.54	0.66	A
	C	7.41	9.13	8.48	0.59	C
	D	7.45	9.22	8.31	0.57	BC
	E	6.2	8.58	7.59	0.74	A
2 hafta	A	7.06	8.59	7.98	0.47	B
	B	6.79	8.53	7.77	0.63	A
	C	7.41	9.24	8.49	0.60	A
	D	7.54	9.22	8.34	0.53	A
	E	7.4	8.79	8.18	0.44	A

*X: Ortalama *S: Standart sapma

Tablo 17. Sarıçam odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak teğet yönde meydana gelen değişim oranları

Suda Bekletme Süresi	Vernik	Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim Oranı(%)				
		Min	Max	X	S	Homojenlik Grubu
10 dk	A	0.04	0.72	0.28	0.22	A
	B	0.02	1.19	0.19	0.36	A
	C	0.19	0.7	0.43	0.19	A
	D	0	0.62	0.19	0.18	A
	E	0.12	0.84	0.38	0.26	A
20 dk	A	0.13	1.17	0.58	0.29	B
	B	0.02	0.83	0.29	0.25	A
	C	0.4	1.07	0.77	0.23	B
	D	0.16	0.55	0.37	0.13	A
	E	0.47	0.96	0.57	0.14	B
30 dk	A	0.4	1.32	0.81	0.29	B
	B	0.08	1.23	0.54	0.40	A
	C	0.89	1.47	1.16	0.21	C
	D	0.39	0.74	0.56	0.13	A
	E	0.63	1.06	0.80	0.14	B
40 dk	A	0.63	1.83	1.14	0.37	B
	B	0.19	1.48	0.72	0.42	A
	C	1.14	2.25	1.57	0.30	C
	D	0.33	0.97	0.72	0.19	A
	E	0.66	1.17	0.89	0.17	AB
50 dk	A	0.74	1.87	1.20	0.37	B
	B	0.25	1.17	0.74	0.35	A
	C	1.29	2.46	1.82	0.35	C
	D	0.43	1.01	0.77	0.18	A
	E	0.66	1.37	1.08	0.22	B
60 dk	A	0.85	1.87	1.29	0.36	C
	B	0.27	1.23	0.76	0.31	A
	C	1.48	2.91	2.21	0.44	D
	D	0.49	1.24	0.83	0.23	AB
	E	0.7	1.43	1.13	0.25	BC
2 saat	A	1	2.44	1.57	0.46	B
	B	0.38	1.44	0.88	0.39	A
	C	2.49	3.88	2.94	0.43	C
	D	0.9	1.57	1.12	0.22	A
	E	0.8	1.63	1.20	0.31	A
3 saat	A	1.32	2.65	1.87	0.44	C
	B	0.51	1.89	1.10	0.39	A
	C	2.75	3.97	3.45	0.33	D
	D	1.22	1.85	1.52	0.23	B
	E	1.07	2.04	1.66	0.35	BC
4 saat	A	1.41	3.06	2.13	0.54	B
	B	0.57	1.93	1.45	0.51	A
	C	3.68	4.54	4.10	0.32	C
	D	1.35	2.06	1.78	0.22	AB
	E	1.48	2.23	1.84	0.31	B

Tablo 17'nin devamı

24 saat	A	2.86	6.07	4.25	0.99	B
	B	2.38	4.02	3.33	0.49	A
	C	4.33	5.14	4.90	0.22	C
	D	3.33	4.1	3.75	0.25	AB
	E	3.51	4.37	4.04	0.26	B
48 saat	A	4.42	5.18	4.84	0.26	B
	B	3.77	5.04	4.43	0.35	A
	C	4.44	5.98	5.06	0.39	B
	D	3.71	4.85	4.27	0.40	A
	E	4.11	4.76	4.50	0.24	A
1 hafta	A	4.45	5.45	4.90	0.34	B
	B	4.78	5.4	5.06	0.25	B
	C	4.86	5.41	5.13	0.18	B
	D	4.01	5.14	4.49	0.32	A
	E	4.38	5.63	4.87	0.33	B
2 hafta	A	4.78	5.45	5.12	0.28	BC
	B	4.86	6.93	5.59	0.73	D
	C	4.82	6.26	5.31	0.41	CD
	D	4.08	5.02	4.52	0.29	A
	E	4.52	5.44	4.88	0.25	AB

*X: Ortalama

*S: Standart sapma

3.5.2.2. Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim

Doğu kayını ve sarıçam odununun farklı kombinasyonlarla (A,B,C,D ve E verniği) üst yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerinin farklı sürelerde (10 dk, 20 dk, 30 dk, 40 dk, 50 dk, 60 dk, 2 saat, 3 saat, 4 saat, 24 saat, 48 saat, 1hafta ve 2 hafta) suda bekletilmesi sonucu radyal yönde meydana gelen değişime ait minimum (Min), maksimum (Mak), aritmetik ortalama (X) ve standart sapma (S) değerleri karşılaştırmalı olarak Tablo 18 ve 19'da verilmektedir. Aynı tablolarda her bir kombinasyonun suda bekletilme süresine göre homojenlik grupları Duncan testi yapılarak belirlenmiştir.

Tablo 18. Doğu kayını odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal yönde meydana gelen değişim oranları

Suda Bekletme Süresi	Vernik	Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim Oranı(%)				
		Min	Max	X	S	Homojenlik Grubu
10 dk	A	0.04	0.34	0.16	0.12	A
	B	0.04	0.33	0.12	0.10	A
	C	0.04	0.38	0.17	0.11	A
	D	0.11	0.6	0.23	0.15	A
	E	0	0.48	0.16	0.15	A
20 dk	A	0	0.37	0.18	0.12	A
	B	0.04	0.37	0.17	0.11	A
	C	0.11	0.81	0.40	0.20	B
	D	0.08	0.53	0.32	0.17	AB
	E	0	0.71	0.23	0.22	A
30 dk	A	0	0.55	0.26	0.19	A
	B	0.08	0.69	0.33	0.20	A
	C	0.38	1.23	0.62	0.24	B
	D	0.19	0.72	0.36	0.15	A
	E	0	0.45	0.28	0.15	A
40 dk	A	0.04	0.52	0.27	0.13	A
	B	0.11	1.07	0.36	0.29	A
	C	0.34	1.73	0.78	0.39	B
	D	0.23	0.79	0.47	0.17	A
	E	0.04	0.6	0.31	0.19	A
50 dk	A	0.04	0.78	0.28	0.24	A
	B	0.22	1.11	0.41	0.27	A
	C	0.46	1.88	0.97	0.42	B
	D	0.26	0.95	0.52	0.20	A
	E	0	1.05	0.32	0.15	A
60 dk	A	0.15	0.6	0.31	0.13	A
	B	0.26	1.14	0.49	0.26	A
	C	0.72	2.08	1.03	0.38	B
	D	0.11	1.05	0.55	0.29	A
	E	0.04	0.64	0.33	0.20	A
2 saat	A	0.15	0.9	0.45	0.23	A
	B	0.3	1.18	0.54	0.27	AB
	C	0.91	2.42	1.50	0.41	C
	D	0.23	1.13	0.75	0.28	B
	E	0	0.98	0.34	0.28	A
3 saat	A	0.27	0.97	0.60	0.26	A
	B	0.38	1.33	0.62	0.30	A
	C	1.26	2.5	1.83	0.33	C
	D	0.49	1.44	0.97	0.29	B
	E	0.08	0.82	0.43	0.28	A
4 saat	A	0.23	1.2	0.69	0.31	A
	B	0.07	1.64	0.71	0.55	A
	C	1.6	2.85	2.14	0.34	C
	D	0.64	1.74	1.10	0.33	B
	E	0.12	0.9	0.53	0.28	A

Tablo. 18'un devamı

24 saat	A	0.95	2.58	1.60	0.55	AB
	B	1.34	2.63	1.95	0.44	BC
	C	1.98	2.8	2.43	0.22	D
	D	1.52	2.52	2.07	0.33	CD
	E	0.32	2.63	1.39	0.77	A
48 saat	A	1.52	2.8	2.10	0.40	AB
	B	1.32	2.43	2.02	0.34	A
	C	1.98	2.8	2.46	0.22	B
	D	1.52	2.48	2.15	0.32	AB
	E	0.76	2.62	1.87	0.63	A
1 hafta	A	2.12	2.91	2.49	0.27	B
	B	0.61	2.99	2.04	0.64	A
	C	1.98	2.98	2.46	0.30	B
	D	1.78	2.9	2.30	0.34	AB
	E	2.26	2.71	2.52	0.16	A
2 hafta	A	2.05	3.06	2.58	0.34	A
	B	0.64	3.25	2.26	0.71	A
	C	2.02	2.87	2.46	0.26	A
	D	2.01	2.63	2.34	0.21	A
	E	2.19	3.27	2.54	0.29	A

*X: Ortalama

*S: Standart sapma

Tablo 19. Sarıçam odun örneklerinin suda bekletme sürelerine bağlı olarak radyal yönde meydana gelen değişim oranları

Suda Bekletme Süresi	Vernik	Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim Oranı(%)				
		Min	Max	X	S	Homojenlik Grubu
10 dk	A	0.04	0.27	0.12	0.07	A
	B	0	0.27	0.12	0.09	A
	C	0.16	1.73	0.68	0.49	B
	D	0.04	0.77	0.20	0.24	A
	E	0.04	0.58	0.27	0.17	A
20 dk	A	0.19	0.58	0.32	0.13	A
	B	0.08	0.58	0.26	0.18	A
	C	0.08	1.93	0.92	0.52	C
	D	0.15	0.46	0.31	0.11	A
	E	0.27	1.31	0.59	0.33	B
30 dk	A	0.15	0.77	0.47	0.19	A
	B	0.08	1.22	0.61	0.32	A
	C	0.66	2.50	1.38	0.55	B
	D	0.19	0.61	0.38	0.14	A
	E	0.34	0.92	0.65	0.20	A
40 dk	A	0.38	0.92	0.67	0.20	A
	B	0.08	1.35	0.62	0.42	A
	C	0.5	2.58	1.54	0.59	B
	D	0.27	0.74	0.50	0.16	A
	E	0.5	0.93	0.74	0.16	A

Tablo. 19'un devamı

50 dk	A	0.34	0.96	0.70	0.20	A
	B	0.11	1.35	0.66	0.41	A
	C	0.62	2.81	1.63	0.62	B
	D	0.38	0.76	0.52	0.13	A
	E	0.65	1.24	0.82	0.17	A
60 dk	A	0.42	1.07	0.75	0.21	A
	B	0.11	1.38	0.69	0.40	A
	C	0.74	2.85	1.80	0.62	B
	D	0.08	0.87	0.54	0.23	A
	E	0.5	1.31	0.83	0.25	A
2 saat	A	0.68	1.34	1.03	0.25	B
	B	0.15	1.27	0.72	0.33	AB
	C	1.16	3.12	2.05	0.63	C
	D	0.07	1.05	0.58	0.38	A
	E	0.31	1.16	0.84	0.25	AB
3 saat	A	0.76	1.42	1.10	0.24	A
	B	0.19	1.69	0.95	0.49	A
	C	1.24	3.62	2.31	0.76	B
	D	0.08	1.05	0.67	0.32	A
	E	0.69	1.36	1.00	0.20	A
4 saat	A	0.91	1.53	1.28	0.18	B
	B	0.04	1.81	0.99	0.51	AB
	C	1.28	3.77	2.42	0.75	C
	D	0.38	1.06	0.78	0.23	A
	E	0.8	1.59	1.19	0.22	B
24 saat	A	0.3	2.1	1.73	0.54	AB
	B	0.77	2.73	1.94	0.54	B
	C	1.55	3.54	2.47	0.61	C
	D	0.95	1.74	1.43	0.20	A
	E	1.39	1.9	1.68	0.16	AB
48 saat	A	1.63	2.25	2.00	0.20	B
	B	0.73	3.29	1.97	0.64	B
	C	1.74	3.54	2.49	0.51	C
	D	1.02	1.7	1.47	0.19	A
	E	1.47	2.28	1.85	0.25	B
1 hafta	A	1.78	2.29	2.07	0.15	B
	B	1.34	3.37	2.22	0.56	B
	C	1.74	3.47	2.60	0.55	C
	D	0.64	1.96	1.58	0.39	A
	E	1.63	2.59	1.92	0.29	AB
2 hafta	A	1.59	2.82	2.13	0.35	B
	B	1.49	3.14	2.26	0.47	B
	C	1.74	3.5	2.66	0.56	C
	D	0.98	1.94	1.62	0.31	A
	E	1.78	2.59	2.04	0.26	B

*X: Ortalama *S: Standart sapma

3.6. Mantar Çürüklük Testi

Çürüklük testinde sarıçam ve doğu kayını odunu örnekleri için *Postia placenta* esmer çürüklük mantarı kullanılmıştır. Test sonrası elde edilen ağırlık kayıplarının ortalaması (X) ve standart sapması (S) Tablo 20’de verilmiştir. Doğu kayını ve Sarıçam örnek gruplarının ağırlık kayıpları ve homojenlik grupları Tablo 21-22’de verilmiştir.

Tablo 20. *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan örnek gruplarının ağırlık kayıpları

Postia Placenta	Doğu kayını ağırlık kaybı (%)				Sarıçam ağırlık kaybı (%)			
	Test		Kontrol		Test		Kontrol	
Vernikler	X	S	X	S	X	S	X	S
A	14.86	9.86	37.06	7.80	19.69	11.33	26.18	10.92
B	23.15	13.09	39.60	14.82	34.14	9.39	20.53	9.58
C	12.93	9.96	35.76	10.59	29.52	21.31	24.44	14.82
D	18.06	10.93	36.65	9.88	33.33	13.90	20.01	8.81
E	7.35	8.29	40.37	15.87	14.85	15.54	18.23	6.87

*X: Ortalama *S: Standart sapma

Tablo 21. *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan doğu kayını örnek gruplarının ağırlık kayıpları ve homojenlik grupları

Vernikler	Doğu kayını ağırlık kaybı (%)				Homojenlik grubu
	Min	Max	X	S	
A	8.47	28.57	14.86	9.86	AB
B	7.20	42.99	23.15	13.09	B
C	6.25	33.02	12.93	9.96	AB
D	9.40	38.33	18.06	10.93	AB
E	4.76	26.23	7.35	8.29	A

*X: Ortalama *S: Standart sapma

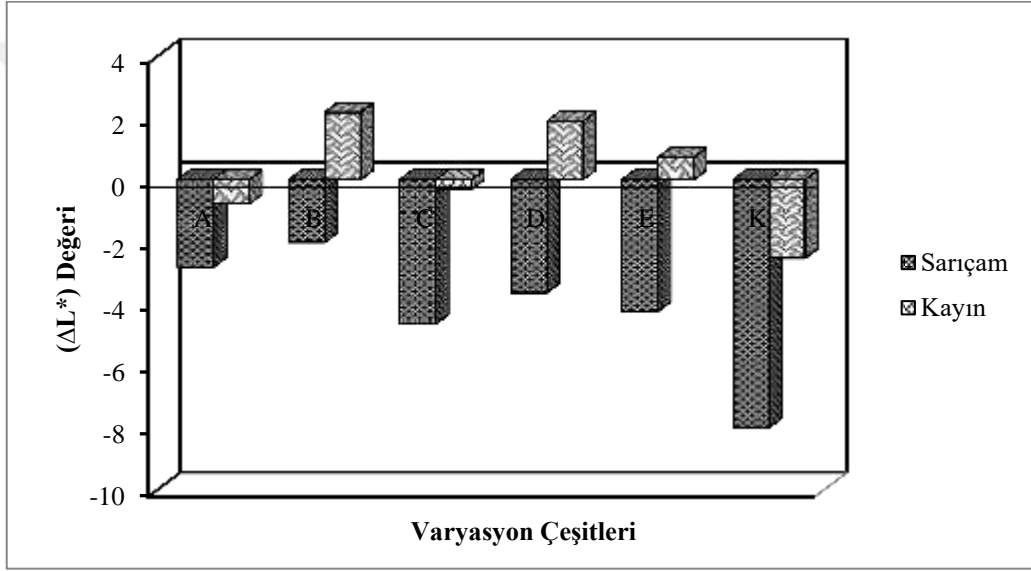
Tablo 22. *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan sarıçam örnek gruplarının ağırlık kayıpları ve homojenlik grupları.

Vernikler	Sarıçam ağırlık kaybı (%)				Homojenlik grubu
	Min	Max	X	S	
A	16.87	32.50	19.69	11.33	A
B	23.46	48.91	34.14	9.39	AB
C	9.59	53.42	29.52	21.31	B
D	26.19	53.33	33.33	13.90	B
E	5.26	40.96	14.85	15.54	A

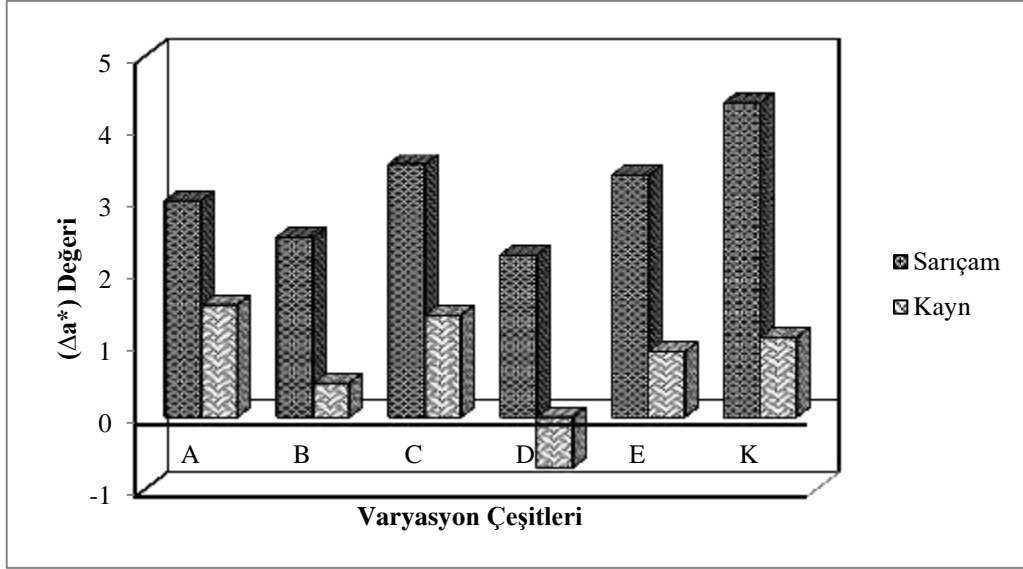
4. İRDELEME

4.1. Yüzey Renk Değişimi Analizi

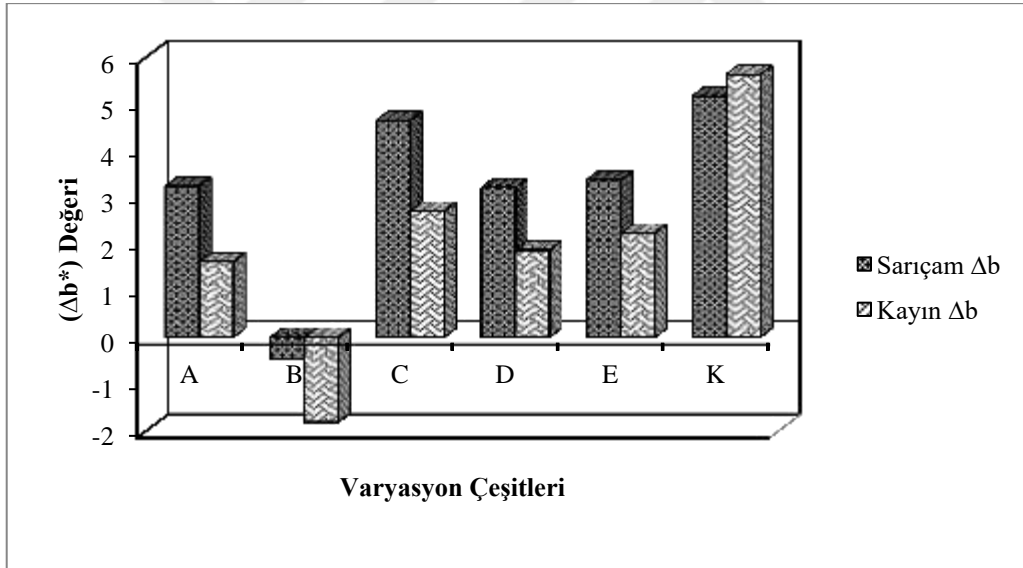
Laboratuvar koşullarında iç mekan koşulları testine tabi tutulan doğu kayını ve sarıçam örneklerinde meydana gelen ışık stabilite (ΔL^*), kırmızı-yeşil stabilite (Δa^*), sarı-mavi stabilite (Δb^*) ve renk değişim (ΔE^*) değerleri Şekil 12-15’de gösterilmiştir.



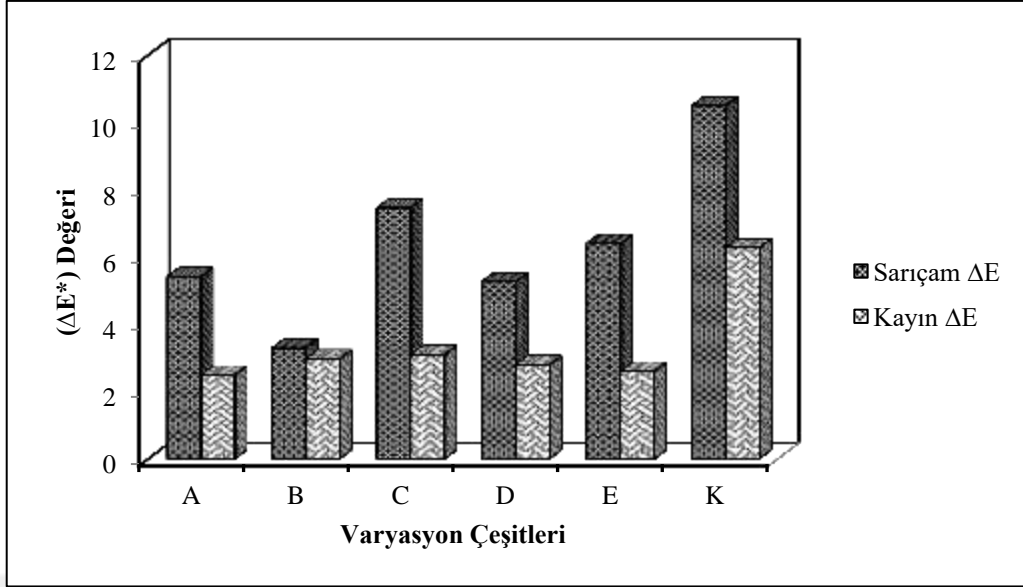
Şekil 12. İç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔL^*) değerleri



Şekil 13. İç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (Δa^*) değerleri



Şekil 14. İç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (Δb^*) değerleri



Şekil 15. İç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde oluşan ışık stabilite (ΔE^*) değerleri

Laboratuvar koşullarında düzenlenen iç mekan koşulları testine 3 ay süre maruz bırakılan doğu kayını ve sarıçam örneklerinde meydana gelen ΔL^* , Δa^* , Δb^* ve ΔE^* değerlerindeki değişmeye bakıldığı zaman; ışık stabilitesi (ΔL^*) bakımından en yüksek değer doğu kayını (-2,54) ve sarıçam (-8,01) kontrol gruplarında belirlenirken; en düşük değerler ise C verniği uygulanmış kayın (0,30) B verniği uygulanmış sarıçam(2,02) gruplarında bulunmuştur.

Kromatik koordinatlardan kırmızı-yeşil koordinatını simgeleyen (Δa^*) değerinde; en yüksek değer C verniği uygulanmış doğu kayını (2,70) ve sarıçam kontrol (4,36) örneğinde; en düşük değer ise B verniği uygulamış doğu kayını (0,47) ve D verniği uygulanmış sarıçam (2,25) örnek gruplarında belirlenmiştir.

Mavi ve sarı koordinatları simgeleyen (Δb^*) değerinde; en yüksek değer kayın (5,62), sarıçam (5,16) kontrol örneklerinde belirlenirken; en düşük değer ise A verniği uygulanmış kayın (1,62) B verniği uygulanmış sarıçam (-0,45) örneklerinde bulunmuştur.

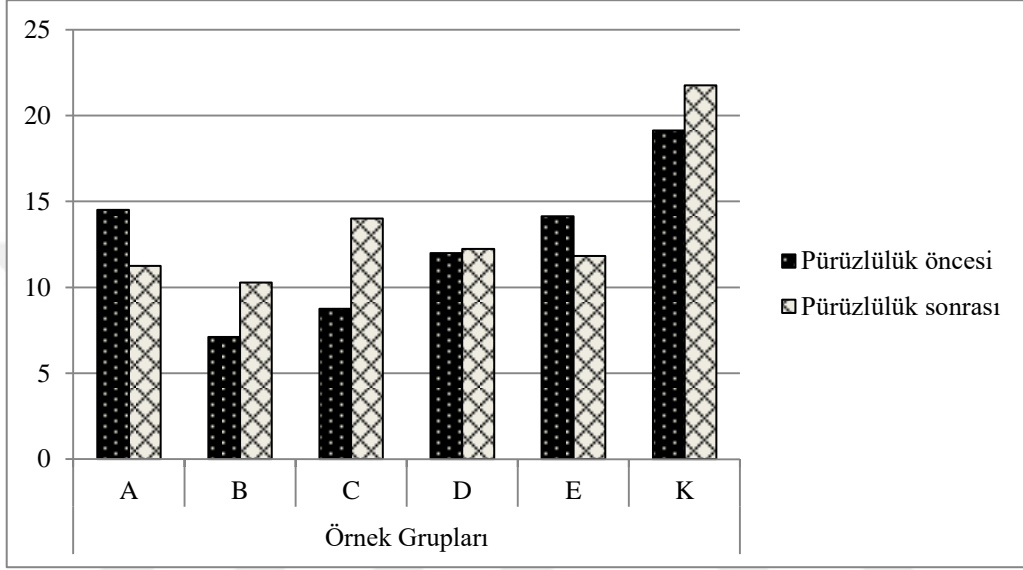
Örneklerde meydana gelen toplam renk değişikliği (ΔE^*) bakımından ise en yüksek renk değişim değerleri, doğu kayını (6,27) ve sarıçam (10,49) kontrol örnek gruplarında belirlenirken; en düşük renk değişim değerleri A verniği uygulanan kayını (2,48) ve B verniği uygulanan sarıçam (3,28) örnek gruplarında bulunmuştur. Toplam renk değişikliği (ΔE^*) değerleri, kullanılan bütün ahşap koruyucu verniklerin, kontrol örneklerine oranla dış ortam testinde odunun yüzey rengini belirli ölçüde koruduğuna işaret etmektedir. Şekil

15'deki grafik incelendiğinde, sarıçam odunu örneklerindeki renk değişiminin kayın odunu örneklerine göre daha fazla olduğu görülmektedir. Sarıçam odunu örneklerinde B ve D verniklerinin diğerlerine göre görece daha az renk değişikliği değeri vermesi, bu verniklerin bünyesinde UV filtre özelliğine sahip kimyasal maddelerin bulunmasına bağlanabilir. Ancak, bu etki kayın odunu örneklerinde belirgin değildir. Sarıçam gibi ekstraktif madde içeren odunların renklerinde UV ışınlarının etkisiyle kısa sürede kırmızılaşma eğilimi olduğu bildirilmektedir (Söğütlü ve Sönmez, 2006). Örneklerdeki kırmızılaşma eğilimini gösteren (Δa^*) değerlerine bakıldığında (Şekil 13), sarıçam kontrol örneklerinin kayın odunu kontrol örneklerine göre bir hayli fazla kırmızılaşma eğilimi içinde olduğu görülmektedir. Aynı şekilde UV filtreleyici madde içeren B ve D verniklerinin sarıçamda kırmızılaşma eğilimini önlemede daha etkili oldukları ifade edilebilir; diğer yandan kırmızılaşma eğilimi daha az olmakla birlikte kayın odunu örneklerinde de B ve D verniklerinin daha etkili oldukları gözlenmektedir (Şekil 13). Benzeri sonuçlar sarılaşma eğilimi bakımından da görülmüştür. Ancak, burada her iki ağaç türünün kontrol örnekleri arasındaki farklılık belirgin değildir; bununla birlikte B ve D verniklerinin sarılaşma eğilimini azaltıcı etkisi belirgindir; hatta B verniği kullanımında sarılaşma eğiliminin tamamen önlendiği de ifade edilebilir (Şekil 14). UV ışınlarına ve sıcaklığa maruz kalan odun yüzeylerinde sarılaşma eğiliminin arttığı bildirilmektedir (Çakıcıer, 2007).

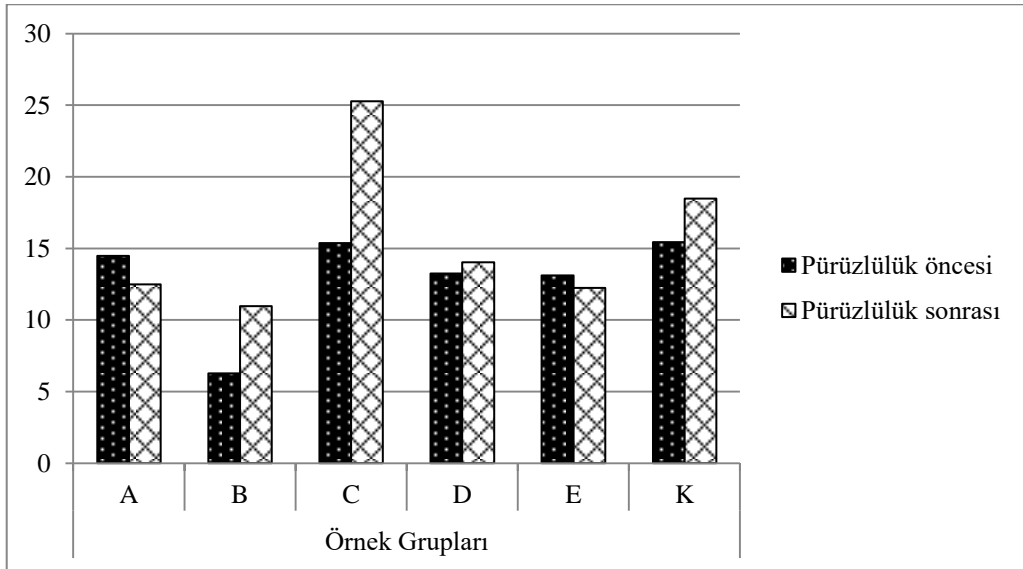
İç mekan koşulları testine tabi tutulan örneklerde oluşan parlaklık (ΔL^*) değerlerine bakıldığında (Şekil 12) ve eksi değerlerin odun renginde olan açılmayı, artı değerlerin ise odun renginde olan koyulaşmayı ifade ettiği göz önüne alındığında; sarıçam kontrol örneklerinin renginde önemli ölçüde bir açılma olduğu, buna karşılık kayın kontrol örneklerinde meydana gelen renk açılmasının daha az olduğu ifade edilebilir. Sarıçam odununda B ve D vernikleri diğerlerine göre daha fazla oranda renk açılmasını önleyici etki göstermiştir. Yapılan bir çalışmada, UV absorbent içeren üst yüzey işlem maddelerinin çeşitli ağaç türlerinde parlaklık değerini kontrol etmede etkili sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Özgenç, 2017). Ayrıca, sıvı parafin gibi su itici maddelerin odunda renk açılmasını belirli ölçüde kontrol edebildiği bildirilmektedir (Söğütlü ve Sönmez, 2006). D verniğinde su itici madde bulunması, bu verniğin parlaklığı ve toplam renk değişimini kontrol etmede etkili olmasının bir nedeni olarak düşünülebilir.

4.2. Yüzey Pürüzlülük Analizi

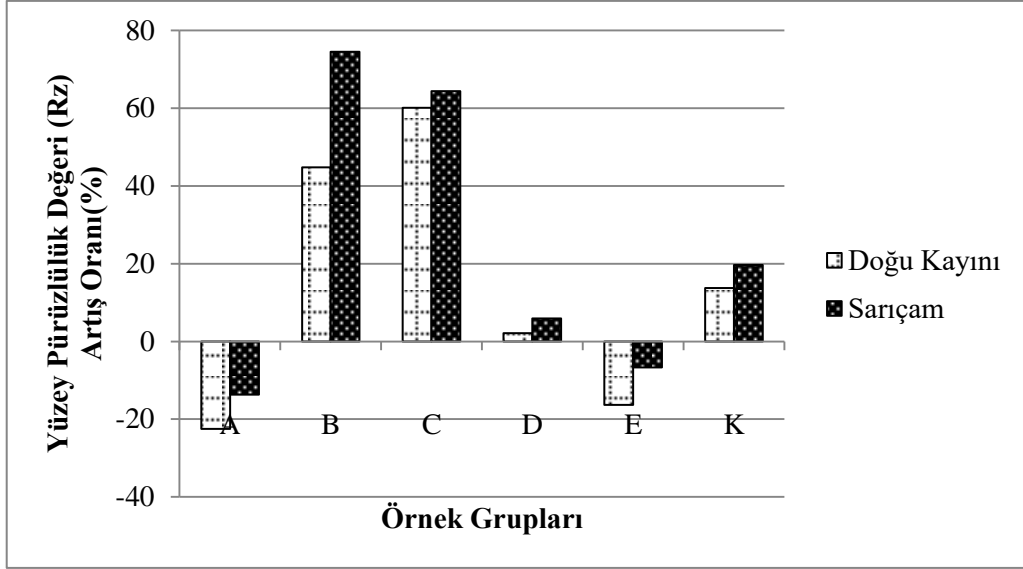
İç mekan koşullarına 3 ay süre ile maruz bırakılan doğu kayını ve sarıçam örneklerinin pürüzlülük değerindeki artış değerleri (R_Z) Şekil 16-17’de görülmektedir.



Şekil 16. İç mekan koşullarına maruz kalan doğu kayını örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_Z) artış.



Şekil 17. İç mekan koşullarına maruz kalan doğu kayını ve sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_Z) artış oranları



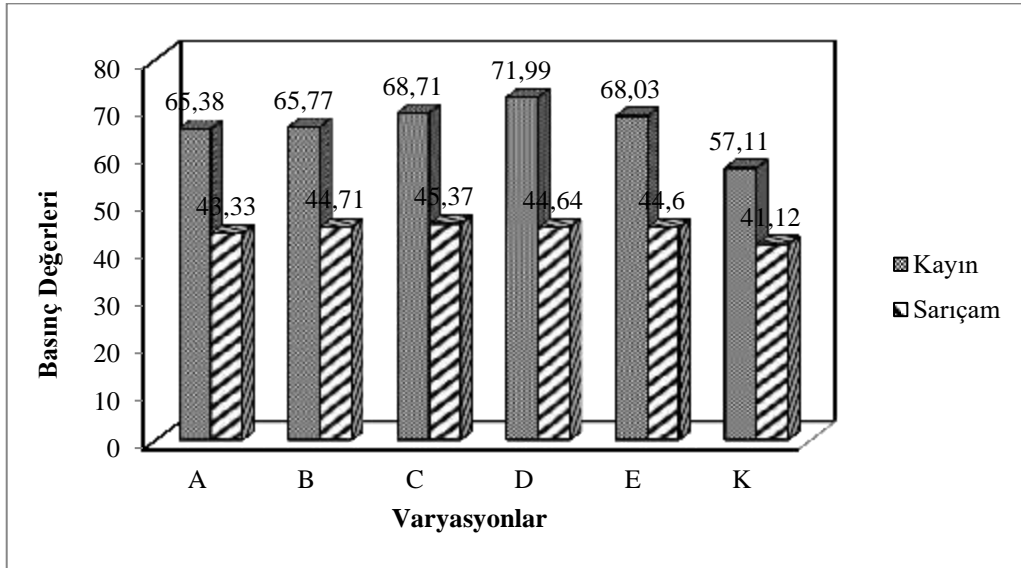
Şekil 18. İç mekan koşullarına maruz kalan sarıçam örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki (R_z) artış oranı.

Laboratuvar koşullarında düzenlenen iç mekan koşullarında yüzey pürüzlülüğü testine tabi tutulan doğru kayını ve sarıçam odun örneklerinin yüzey pürüzlülük değerindeki artış yüzdelerinin (RZ) karşılaştırması Şekil 18’de görülmektedir. Pürüzlülük değerindeki en yüksek artış yüzdesi B verniği uygulanmış sarıçam (74,5), C verniği uygulanmış doğru kayını (60,1) ve sarıçam (64,3) örneklerinde görülmüştür. A(-22,4) ve E(-16,3) verniği uygulanmış doğru kayını örneklerinde ise en düşük artış yüzdeleri bulunmuştur. Bilindiği gibi, dış ortam koşullarına maruz bırakılan odun yüzeylerinde yağmur suyu ve havanın bağıl nemi etkisiyle yüzey pürüzlülüğü artmakta; hidrolitik reaksiyonlar sonucunda çeşitli karbonhidrat maddelerinin odundan uzaklaşması ve oluşan reaksiyon ürünleri yüzey pürüzlülüğünü artırıcı etkide bulunmaktadır (Özgenç, 2017). Genel olarak, koruyucu verniklerin yüzey pürüzlülüğünü azaltıcı etkide bulunması beklenir. Buna göre değerlendirildiğinde, her iki ağaç türünde de kontrol örneklerinde dış ortam testi sonrasında yüzey pürüzlülüğünün arttığı tespit edilmiştir. Yine her iki ağaç türünde A ve E verniklerinin yüzey pürüzlülüğünü belli oranda azalttıkları; buna karşılık B,C ve D verniklerinin yüzey pürüzlülüğünü artırdıkları gözlenmiştir (Şekil 17-18). Ağaç türleri arasındaki karşılaştırmada, A ve E verniklerinin yüzey pürüzlülüğünü azalttıkları; B,C ve D verniklerinin yüzey pürüzlülüğünü artırdıkları; öte yandan sarıçam odunundaki yüzey pürüzlülüğü artışının gerek kontrol örneklerinde gerekse B,C ve D vernikleriyle muamele edilen örneklerde kayın odununa göre daha yüksek düzeyde seyrettiği gözlenmektedir

(Şekil 18). Çeşitli ağaç türü odunlarında UV ışınlarının etkisiyle test sonrası yüzey pürüzlüğünde artış olduğu tespit edilmiştir (Söğütlü ve Sönmez, 2006). Öte yandan, su bazlı çeşitli vernik türleri ile muamele edilmiş odun örneklerinde bekletme süresi arttıkça yüzey pürüzlüğü değerinin de arttığı belirlenmiştir (Çakıcıer, 2007). Yapılan bazı çalışmalarda, akrilik reçine esaslı ve Uv absorbe edici maddeler içeren bazı verniklerin dış ortam testi sonrasında meydana gelen yüzey pürüzlüğü artışını önemli ölçüde kontrol edebildiği belirlenmiştir (Özgenç, 2017). Yüzey pürüzlüğü anatomik farklılıklar, işleme özellikleri, kesim yönü, oduna uygulanan ön işlemler gibi bir dizi etmeden önemli ölçüde etkilenmektedir. Çeşitli vernikler ve odun koruma maddeleriyle yapılan muameleler sonucunda sarıçam, kayın ve ladin odunlarında dış ortam testi sonrası yüzey pürüzlüğü artışının önemli ölçüde azaltıldığı tespit edilmiştir (Özgenç ve Yıldız, 2014).

4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Örneklerin liflere paralel basınç direnci değerleri Şekil 18’ de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 19. Liflere paralel basınç testi sonuçları

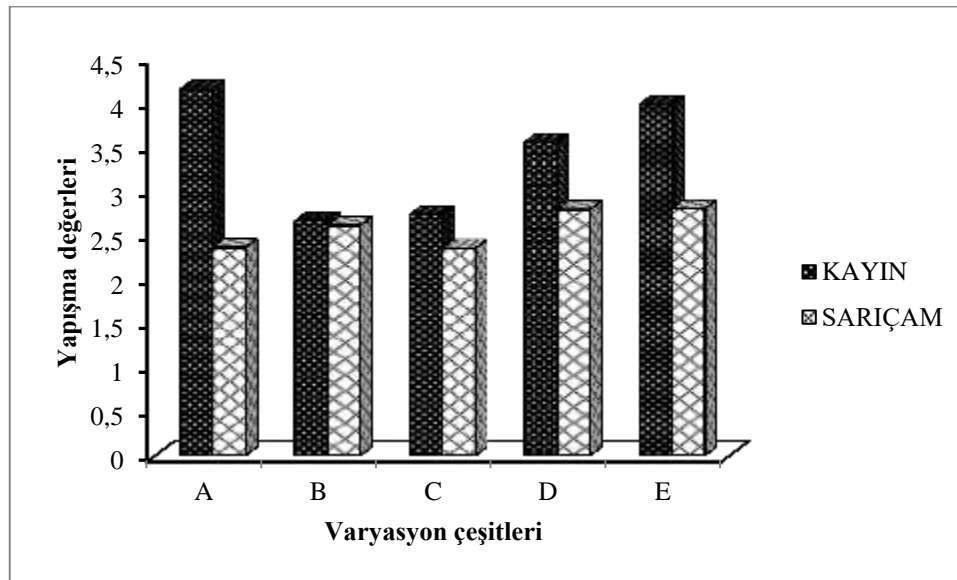
Şekil 19’da görüldüğü gibi en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri D verniği uygulanan kayın (71,99 N/mm²) örneklerinde bulunmuştur. Kontrol örneklerinin liflere paralel basınç direnci değeri ise kayın (57,11 N/mm²)’dir.

Yapılan deneyde verniklerin sarıçam odununda liflere paralel basınç değerini kontrol örneklerine göre etkilemediği gözlenmiştir.

Doğu kayını odun örnekleri sarıçam odun örneklerine göre daha yüksek basınç değerleri vermiştir. Bozkurt ve Erdin, (1990) bir çalışmasında ağaçları liflere paralel basınç direncine göre 5 ayrı katagoride değerlendirirken kayın ağacını 4. yani liflere paralel basınç direnci büyük olan ağaçlar sınıfında göstermiştir. Doğu kayını odun örneklerinde en iyi değer su bazlı vernik olan D verniğinde görülmüştür. Su çözücülü verniklerin molekül irilikleri solvent çözücülü sistemlerdekinden daha küçüktür. Bu nedenle ağaç malzemenin boşluklarına daha fazla nüfuz etmektedir (Sönmez vd., 2004).

4.4. Yapışma Testi

Ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin yapışma direnci değerleri Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 20. Yapışma testi sonuçları

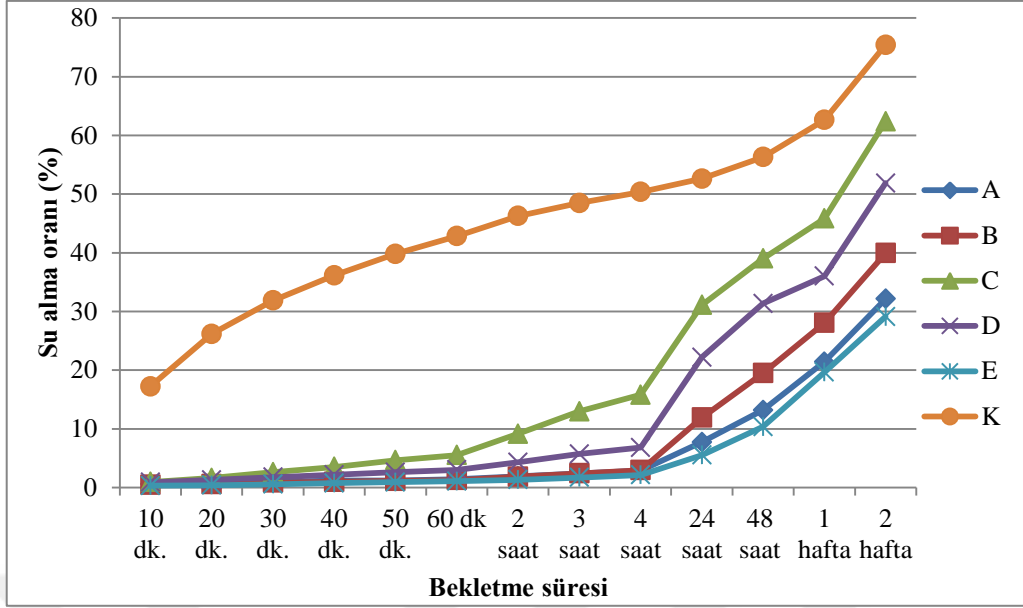
Kayın örneklerinde en yüksek yapışma direnci A(4,15) ve E(3,98) verniklerinde, en düşük yapışma direnci B(2,66) verniğinde görülmüştür. Sarıçamda ise yapılan varyans

analizi sonucu vernik çeşitlerinde yapışma direnci açısından önemli bir fark görülmemiştir. Yapılan bir çalışmada, genel anlamda yapraklı ağaç odunlarında verniklerle işlem sonrasında yapışma direncinin iğne yapraklı ağaç odunlarına göre daha yüksek değer verdiği bildirilmektedir (Budakçı ve Sönmez, 2010). Şekil 20’de görülen yapışma direnci değerlerinin bu anlamda literatürle uyumlu olduğu ifade edilebilir. Kayında elde edilen yüksek yapışma direncinin, kayın odunun küçük traheli ve homojen yapıda olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, poliüretan ve akrilik esaslı verniklerin selülozik esaslı verniklere göre daha yüksek bir yapışma direnci değeri verdiği; bunun da bu türden verniklerin pH değerlerinin nötr olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Budakçı ve Sönmez, 2010). Çalışmada kullanılan akrilik esaslı D verniğinde yapışma direncinin yüksek olması buna bağlanabilir. Bir başka çalışmada, kayın ve sarıçam odunlarında ağartma, poliüretan vernik ve emprenye maddesiyle yapılan yüzey işleminin yapışma direncini önemli ölçüde artırdığı bulunmuştur (Özdemir ve Hızıroğlu, 2007). Konuyla ilgili olarak yapılan bir derleme çalışmasında, çeşitli verniklerin yapışma direnci değerlerine olan etkisi değerlendirilmiştir. Buna göre, solvent bazlı verniklerin genel anlamda su bazlı verniklere göre daha yüksek yapışma direnci değeri verdiği ifade edilmektedir (Ulay ve Budakçı, 2015). Çalışmada kullanılan A, B, C ve E verniklerinin solvent bazlı olması söz konusu genel değerlendirmeyi destekler niteliktedir.

4.5. Su Alma ve Boyutsal Kararlılık

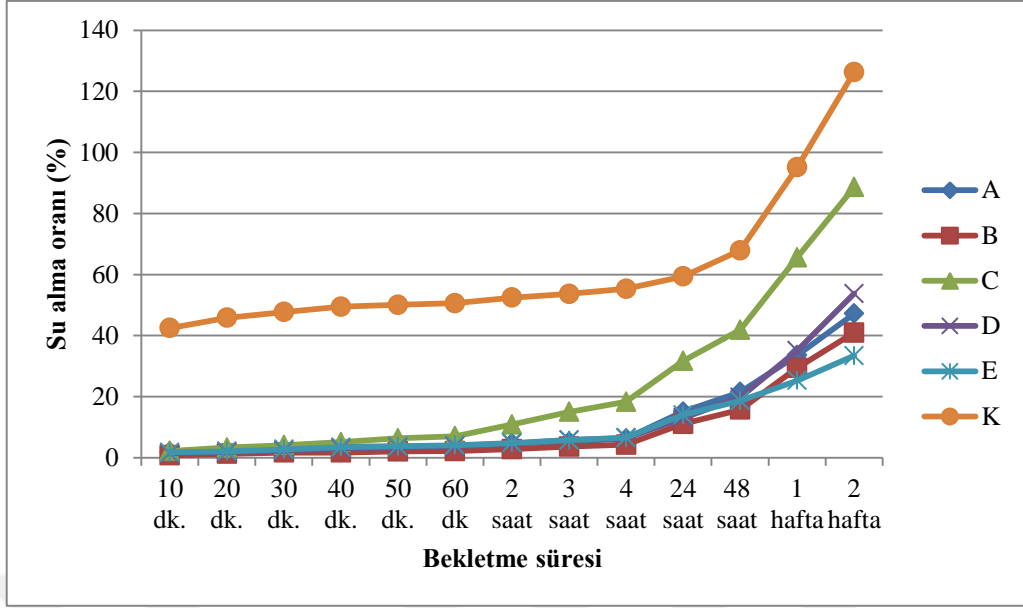
4.5.1. Su Alma Testi

Örneklerin farklı bekletme sürelerinde su alma miktarına ilişkin grafik Şekil 20 ve 21’de gösterilmiştir.



Şekil 21. Suda bekletme sürelerine göre doğu kayını örneklerinde su alma miktarı

Şekil 21'deki grafiğe göre Doğu kayını ağacında en fazla su alan örnek grubu kontrol örneklerinden sonra C verniği uygulanan örneklerde bulunmuştur. En az su alma oranı ise E verniği uygulanan örneklerden elde edilmiştir. Çalışmada kullanılan bütün vernik türlerinin kayın odununun başlangıçtaki su alma oranını önemli ölçüde azalttığı görülmektedir (Şekil 21). Bu anlamda kullanılan verniklerin kayın odununda su itici bir etki ortaya koydukları ifade edilebilir. Yapılan bir çalışmada, alkid bazlı verniklerin odunda su alımını azalttığı, dolayısıyla rutubet kontrolünde önemli bir başarımlı gösterdiği; buna karşılık akrilik bazlı verniklerin su itici etkinliğinin ağaç türüne göre farklılık gösterdiği tespit edilmiştir (Meel vd, 2011). Çalışmada kullanılan B, C ve E verniklerinin alkid bazlı olması söz konusu tespitle koşutluk arz etmektedir. Diğer yandan, akrilik bazlı D verniği, B,E ve A verniklerine göre daha düşük bir su itici etkinlik göstermiştir.



Şekil 22. Suda bekletme sürelerine göre sarıçam örneklerinde su alma miktarı

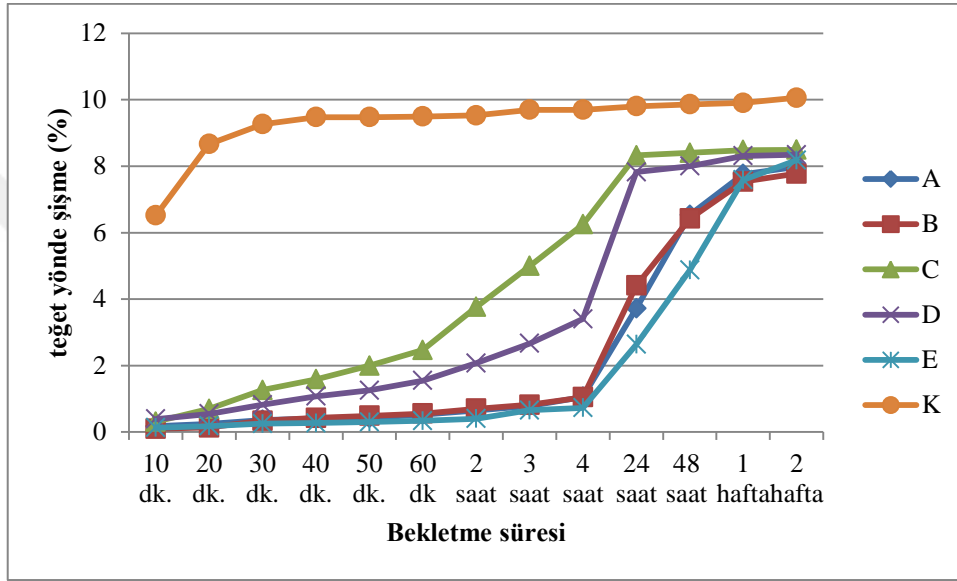
Şekil 22'deki grafiğe göre sarıçam ağacında kayın ağacında olduğu gibi en fazla su alan örnek grubu kontrol örneklerinden sonra C verniği uygulanan örneklerde, en az su alma oranı ise E verniği uygulanan örneklerden elde edilmiştir.

Verniklerde ilk 4 saatte su alma oranları düşük seyrederken 4. Saatten sonra odunlar hızla su almaya başlamıştır. Çalışmada kullanılan bütün vernik türlerinin sarıçam odununun başlangıçtaki su alma oranını önemli ölçüde azalttığı görülmektedir (Şekil 22). Bu anlamda kullanılan verniklerin sarıçam odununda su itici bir etki ortaya koydukları ifade edilebilir. Vernik türlerinin su itici etkinlik sıralaması kayın odunundakine benzer bir yapıdadır. Sahil çamı odunuyla yapılan bir çalışmada, renk pigmenti içermeyen çeşitli vernik formülasyonlarının odunun su alma oranını önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (Custodio and Eusebio, 2006). Çam ve ladin gibi iğne yapraklı ağaç türlerinde kapilar etkilerle su alımı söz konusu olduğu için; alkid ve akrilik esaslı yüzey işlem maddelerinin lümenler ve öz ışınları gibi kapilar boşlukları kaplayarak su itici etkinlik ortaya koydukları belirtilmektedir (Meel vd, 2011). Çalışmada sarıçam odununda elde edilen sonuçların bu anlamda değerlendirilmesi mümkün görülmektedir.

4.5.2. Boyutsal Kararlılık Testi

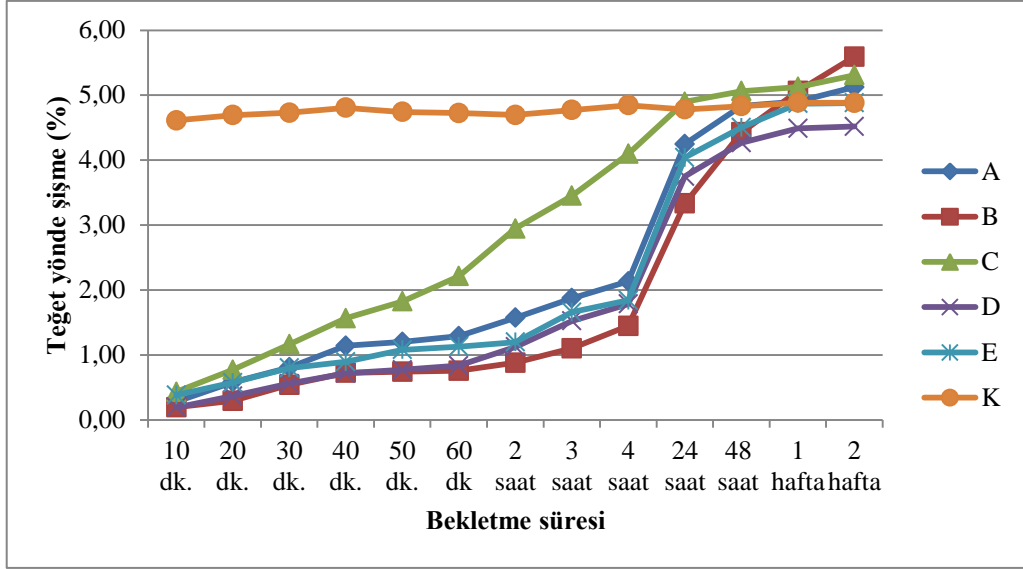
4.5.2.1. Teğet Yönde Meydana Gelen Değişim

Örneklerin farklı sürelerde teğet yönde boyutlarında meydana gelen değişime ilişkin grafik Şekil 23-24’de gösterilmiştir.



Şekil 23. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak kayın örneklerinde teğet yönde meydana gelen değişim

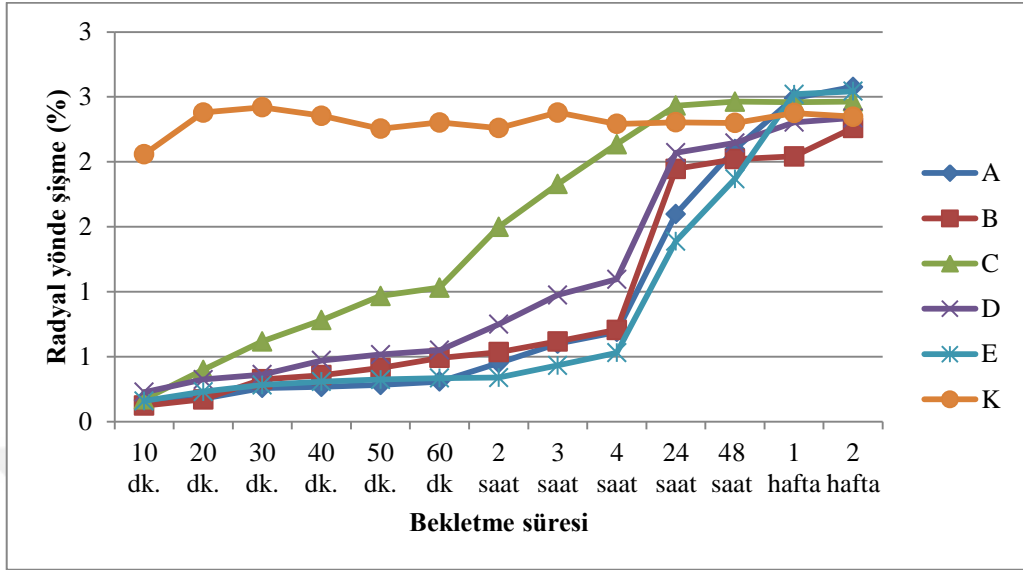
Şekil 23’deki grafiğe göre doğu kayını örneklerinde 4 saat boyunca teğet yönde en düşük şişme oranı A,B ve E verniklerinde görülmüşse de, 2 hafta sonunda teğet yöne şişme bakımından örnekler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Buna göre; çalışmada kullanılan verniklerin kayın odununda boyut stabilizasyonu sağlamaktan ziyade su itici etkinlik ortaya koydukları belirtilebilir. Çünkü 2 haftalık süre sonunda teğet yönde meydana gelen genişleme kontrol örnekleriyle hemen hemen aynı düzeyde gerçekleşmiştir. Literatürde bazı alkid kökenli maddelerin hücre çeperine penetre olabileceği; ancak yüksek molekül ağırlıklı akrilik maddelerin odun hücre çeperine penetre olamayacağı belirtilmektedir (Williams, 2010). Çalışmada kullanılan alkid esaslı (B, C ,E) ve akrilik esaslı (D) verniklerin belirtilen genel yapıya uygun olarak hücre çeperine çok fazla penetre olmadıkları, dolayısıyla boyut stabilizasyonu sağlayıcı bir etkinlik ortaya koyamadıkları ifade edilebilir.



Şekil 24. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak sarıçam örneklerinde teğet yönde meydana gelen değişim

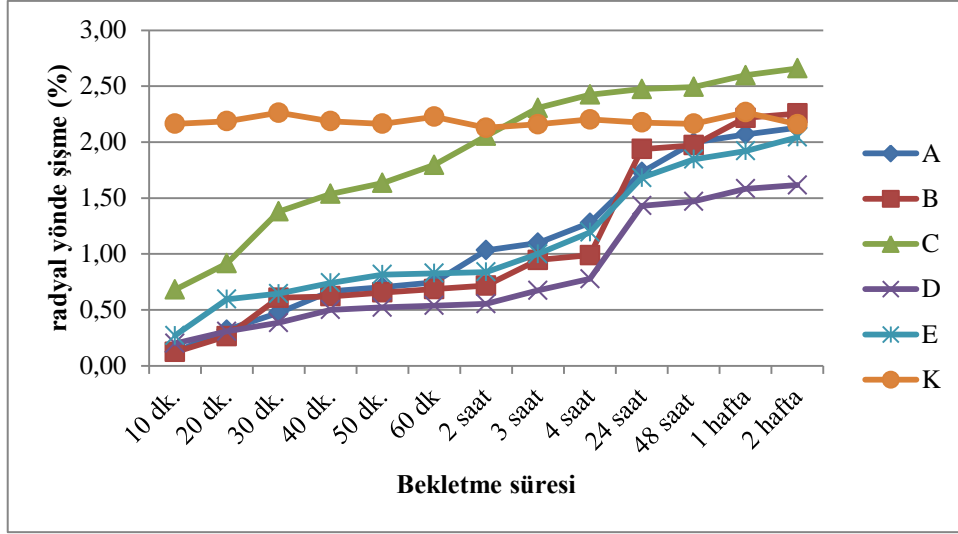
Şekil 24'deki grafiğe göre sarıçam örneklerinde C verniğinin teğet yönde daha hızlı değişime uğradığı görülmüştür. Her ne kadar A,B,D,E vernikleri daha yavaş değişim göstermiş olsa da 24 saatten sonra kontrol örnekleriyle aynı oranda değişime uğramıştır. Buna göre; çalışmada kullanılan verniklerin sarıçam odununda boyut stabilizasyonu sağlamaktan ziyade su itici etkinlik ortaya koydukları belirtilebilir. Çünkü 2 haftalık süre sonunda teğet yönde meydana gelen genişleme kontrol örnekleriyle hemen hemen aynı düzeyde gerçekleşmiştir. Kayın odununda olduğu gibi, sarıçam odununda da kullanılan vernik türlerinin hücre çeperi yapısına penetre olamadığı, dolayısıyla boyut stabilizasyonu etkisi göstermediği ifade edilebilir.

4.5.2.2. Radyal Yönde Meydana Gelen Değişim



Şekil 25. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak kayın örneklerinde radyal yönde meydana gelen değişim

Radyal yönde en fazla şişme oranı kontrol örneklerinden sonra C vernikli kayın örneklerinde bulunmuştur. Bu durumun kullanılan odun örneklerinin homojen olmayan yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. Kayın odununda radyal yönde meydana gelen genişleme miktarı teğet yöndekine göre daha azdır. Ancak, kullanılan verniklerin performansı teğet yöndekine benzeyen bir yapı ortaya koymaktadır.

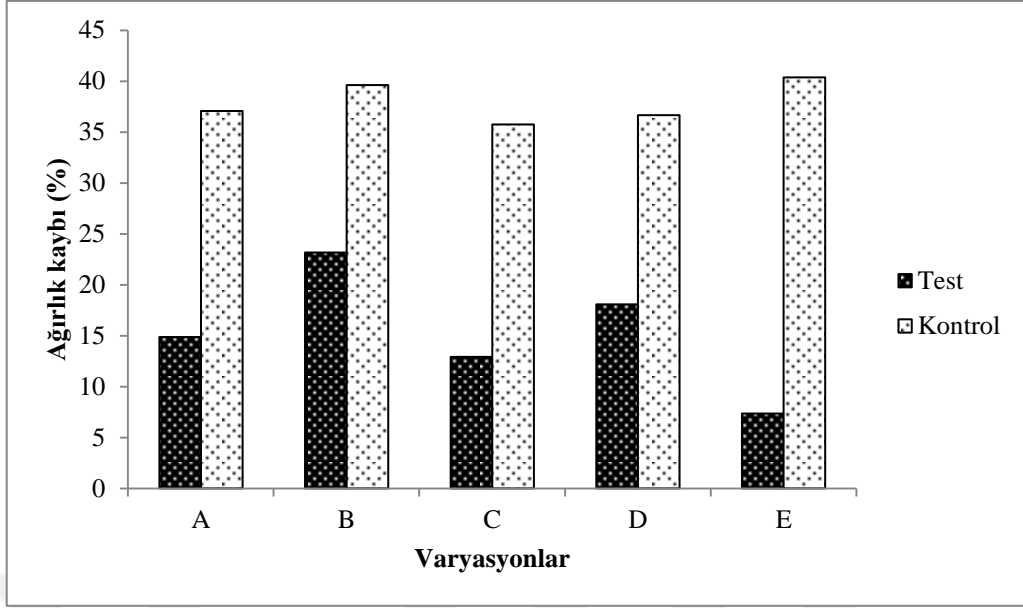


Şekil 26. Suda bekletme sürelerine bağlı olarak sarıçam örneklerinde radyal yönde meydana gelen değişim

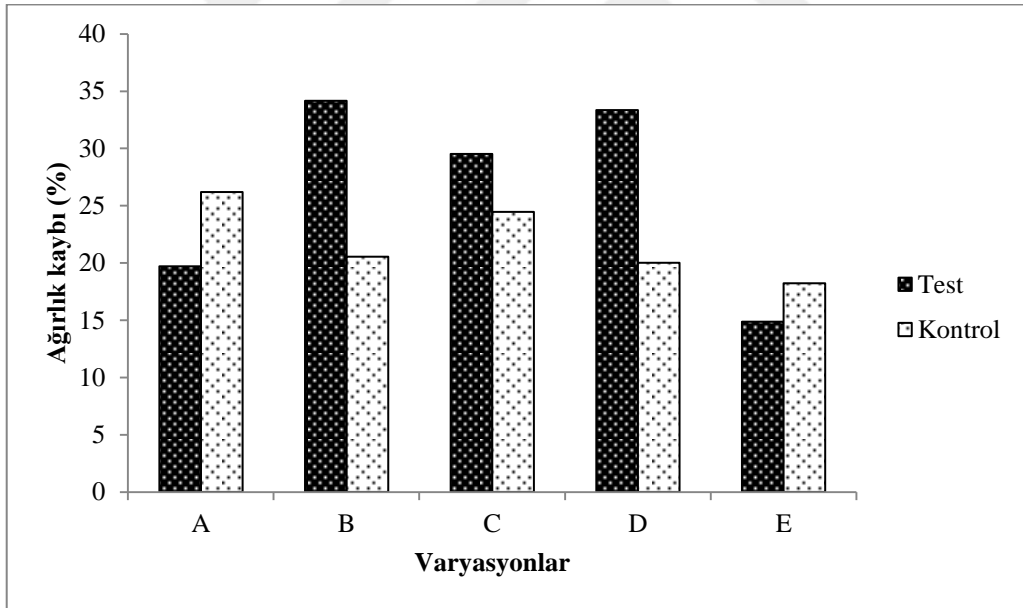
Sarıçam örneklerinde radyal yönde meydana gelen değişim en fazla kontrol örneklerinden sonra yine C vernikli örneklerde gözlemlenmiştir. Hatta 3 saat sonunda C verniği uygulanmış örneklerin kontrol örneklerinden daha fazla değişim gösterdiği görülmüştür. Bu durumun kullanılan odun örneklerinin homojen olmayan yapısından kaynaklandığı düşünülebilir. Sarıçam odununda radyal yönde meydana gelen genişleme miktarı teğet yöndekine daha azdır. Ancak, kullanılan verniklerin performansı teğet yöndekine benzeyen bir yapı ortaya koymaktadır.

4.6. Mantar Çürüklük Testi

Ağaç türlerine ait çeşitli verniklerin çürüklük testi ağırlık kaybı değerleri Şekil 27-28'de verilmiştir.



Şekil 27. *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan kayın örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri (%)



Şekil 28. *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan sarıçam örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı değerleri (%)

Öncelikle her iki ağaç türünde de kontrol örneklerinde yeterli miktarda ağırlık kaybının meydana gelmiş olması çürüklük testi koşullarının standartları sağladığını göstermektedir. Ağaç türleri arasında çürüklük testi sonrası meydana gelen ağırlık kaybı değerleri bakımından bariz farklılıklar bulunmaktadır. Kayın odunu örneklerinde

kullanılan vernik türlerinin tamamı ağırlık kaybını azaltıcı yönde etki göstermiş ve ağırlık kayıpları %7-23 arasında değişmiştir (Şekil 27). *Postia placenta* mantarına maruz bırakılan kayın örneklerinde meydana gelen ağırlık kaybı oranı en fazla B vernikli örneklerde (%23,15) elde edilirken, yaşanırken en az ağırlık kaybı ise E verniğinde (%7,35) görülmüştür. (Tablo 21). Buna karşılık, sarıçam örneklerinde B,C,D verniklerindeki ağırlık kaybının kontrol örneklerinden daha fazla olduğu görülmekte ve ağırlık kaybı değerleri %15-34 arasında değişmektedir. En düşük ağırlık kaybı E verniğinde (%14,85) ve en yüksek ağırlık kaybı B verniğinde (%34,14) görülmüştür (Tablo 21). Bütün bu sonuçlar, ticari olarak piyasada bulunan ve ahşap koruyucu olarak nitelenen üst yüzey işlem maddelerinin gerçek anlamda odun koruma (emprenye) maddesi olmadığını göstermektedir. Çünkü her iki ağaç türünde de çürüklük testi sonrasında %3 ağırlık kaybının altında değer veren vernik çeşidi söz konusu değildir. Bu bağlamda, ahşap koruyucu üst yüzey işlem maddelerinin odun koruma standartlarını sağlayamadığı ifade edilebilir. Ahşap koruyucu nitelikli üst yüzey işlem maddelerinin bir odun koruma maddesi olarak ele alınmaması gerektiği ilgili referans kaynaklarda zaten belirtilmektedir (Williams, 2010). Bununla birlikte, özellikle kayın odununda kullanılan vernik türlerinin çürümeye karşı bir miktar direnç sağladığı gözlenmektedir. Genel anlamda üst yüzey işlem maddelerinin odunu su alımına, dış hava koşullarına ve yüksek bağıl neme karşı koruduğu, böylece odun-su ilişkisini azaltarak onu bakteri ve mantarlar gibi mikro organizmalara karşı dirençli kılabildiği ifade edilmektedir. Ancak, su alımını azaltma etkisinin yüzey işlem amddesinin tipine göre belirtilmektedir. Alkid bazlı vernikler odunun su alımını azaltabilmekte, ancak enine kesitlerden veya film tabakasının çatladığı kısımlardan oduna giren rutubetin odun içinde kalmasına (tuzaklanmasına) yol açmaktadır. Yüksek permeabiliteye sahip vernikler odundaki rutubetin çıkışına olanak sağlamaktadır. Alkid bazlı verniklerin permeabilitesi su bazlı verniklere göre daha düşüktür (Viitanen vd, 2010). Dolayısıyla çalışmada kullanılan verniklerin daha çok alkid bazlı olması, odunda tutulan rutubet nedeniyle çürüklük dayanımını azaltmış olabilir. Söz konusu bu etkinin sarıçam odunu örneklerinde daha fazla oluştuğu düşünülebilir.

5. SONUÇLAR

Bu tez kapsamında piyasadaki bazı ahşap koruyuculu verniklerin doğu kayını ve sarıçam ağaç türlerindeki koruyuculuk özelliklerinin araştırılması amaçlanmıştır. Deney sonrası elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Laboratuvar koşullarında dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını ve sarıçam odunlarında renk değişimine bakıldığında en düşük renk değişikliği A verniği uygulanan doğu kayını ve B verniği uygulanan sarıçam örnek gruplarında görülmüştür. En yüksek renk değişim değerleri ise doğu kayını ve sarıçam kontrol örneklerinde belirlenmiştir.

Laboratuvar koşullarında dış ortam testine tabi tutulan doğu kayını ve sarıçam test ve kontrol odun örneklerinde yüzey pürüzlülük değerlerine bakıldığında en iyi sonucu B verniği göstermiş, en yüksek pürüzlülük değerleri ise doğu kayını kontrol örneklerinde ve sarıçam C test örneğinde gözlemlenmiştir. Diğer kayın odunu test örneklerinde bir fark görülmemiştir.

Çeşitli kombinasyonlarla verniklenen ve verniklenmeyen örneklerin liflere paralel basınç direnci testinde kayın test örneklerinin kontrol örneklerinden az da olsa daha yüksek performans gösterdiği görülse de sarıçam odununda kontrol ve test örnekleri arasında hiç bir fark görülmemiştir.

Ağaç türleri ve vernik çeşitlerine göre ortalama yapışma direnci değerleri bakımından A, D ve E verniği uygulanmış doğu kayını odun örneklerinden en yüksek sonuçlar elde edilmiş; sarıçam odun örnekleri arasında ise bir fark görülmemiştir.

Doğu kayını ve sarıçam odununun üst yüzey işlemi uygulanan ve uygulanmayan kontrol örneklerinin farklı sürelerde suda bekletilmesi sonucu su alma oranı en yüksek olan değer C test örneklerinde; en az su alma oranı ise E test örneklerinde izlenmiştir.

Doğu kayını örneklerinde 4 saat boyunca teğet yönde en düşük şişme oranı A,B ve E verniklerinde görülmüşse de, 2 hafta sonunda teğet yöne şişme bakımından örnekler arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Sarıçam örneklerinde C verniğinin teğet yönde daha hızlı değişime uğradığı görülmüştür. Her ne kadar A,B,D,E vernikleri daha yavaş değişim göstermiş olsa da 24 saatten sonra kontrol örnekleriyle aynı oranda değişime uğramıştır.

Radyal yönde en fazla şişme oranı kontrol örneklerinden sonra C vernikli test örneklerinde bulunmuştur hatta 3 saat sonunda C verniği uygulanmış sarıçam örneklerinin kontrol örneklerinden daha fazla değişim gösterdiği görülmüştür.

Kayın örneklerine bakıldığında en düşük ağırlık kaybı E test örneğinden sonra sırasıyla C, A ve D verniği uygulanmış örneklerde görülmüştür. Bu üç vernik uygulanan odun örneklerinde bir fark yoktur. En fazla ağırlık kaybı ise B verniği uygulanmış kayın odunu örneklerinde görülmüştür. Sarıçam odun örneklerinde de en düşük ağırlık kaybı yine E ve A verniği uygulanan örneklerde görülmüş, C, D ve B vernikli sarıçam odun örneklerinde ise kontrol örneklerinden daha fazla ağırlık kaybı olmuştur. Genel olarak test örneklerinde kontrol örneklerinden daha az ağırlık kaybı olmuşsa da ağırlık kaybı %5'in üstündedir.

A, B, C, D ve E verniklerinin üretici firma tarafından belirtilen katalog özellikleri ile (Tablo 6) yapılan testlerin sonuçları karşılaştırıldığında;

A verniğinin; mantar çürüklük -özellikle sarıçam-, renk değişimi -özellikle kayın-, su alma, yapışma ve katalogda belirtilmemesine rağmen yüzey pürüzlülüğü testi bakımından iyi olduğu görülmüştür.

B verniğinin mantar çürüklük testinde doğu kayını örneklerinde diğer verniklerden daha fazla ağırlık kaybı yaşanmış; sarıçam odununda ise ağırlık kaybı bakımından bir etkisi olmamıştır. Renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü testinde diğer vernik türlerine nazaran iyi sonuçlar elde edilmiştir. B verniği İlk 4 saat su alma konusunda gayet başarılıdır.

C verniği; mantar çürüklük testine tabi tutulduğunda sadece doğu kayını test örneklerinde etkili olmuş, yüzey renk değişimi ve yapışma testinde kısmen başarılı olmuş ve sarıçam odununda yüzey pürüzlülüğü bakımından kontrol örneklerinden daha yüksek değerler göstermiştir. Su alma testinden geçememiştir.

D verniği mantar çürüklük testinde sadece kayın odununda etkili olmuş, renk değişimi ve pürüzlülük testinde diğer vernikler kadar olmasa da başarı elde etmiştir. Yapışma direnci iyidir, belirli bir süreye kadar su geçirmeme özelliğini korumuştur.

E verniğinin; mantar çürüklük ve su alma testinde diğer verniklerin önüne geçtiği, iyi bir yapışma yüzeyi sağladığı, renk değişimi ve pürüzlülük değerlerine bakıldığında ise olumlu sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

Liflere paralel basınç direnci testinde tüm kayın test örneklerinin kontrol örneklerinden az da olsa daha yüksek performans göstermiş olduğu belirlenmiş ancak sarıçam odununda kontrol ve test örnekleri arasında hiç bir fark görülmemiştir.



6. ÖNERİLER

“Ticari Olarak Kullanılan Bazı Ahşap Koruyucu Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Doğu Kayını ve Sarıçam Odununda Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi” isimli bu tez çalışmasında; odun türlerine uygulanan beş farklı koruyucu özellikteki verniğin odunu ne ölçüde ve ne kadar süreyle koruduğu gereken testlerle belirlenmiştir.

Bu tez çalışmasında Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yaygın olarak kullanılan doğu kayını ve sarıçam ağaçları tercih edilmiş; yüzeyde katman oluşturarak oduna koruma sağlayan verniklerin bu ağaç türleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bir ahşap yapı elemanının nasıl bir koruma işleminden geçmesi gerektiğine karar verebilmek için bu yapı elemanından beklenen hizmet ömrünü, bu elemanın hizmet vereceği ortamı, kullanılan ağaç cinsinin özelliklerini bilmek gerekir. Deneylerde aynı verniğin farklı ağaç türlerinde aynı koruyuculuk özelliklerini göstermediği görülmüştür. Bu amaçla koruyucu verniklerin hangi amaçla kullanılacağına bakılırken ahşap gereçlerin hangi ağaç türünden imal edildiği de göz önünde bulundurulmalıdır. Aynı zamanda ağaç türü seçilirken odun yapılarına bağlı olarak iyi işlenebilme özellikleri, kesit şekilleri, özgül ağırlıkları ve içerdiği ekstraktif maddelerin varlığına dikkat edilmeli; kullanılan verniğin odun yüzeyine uygulanma metodu ya da katman kalınlığı değiştirilerek etkileri araştırılmalıdır. Yapışma deneyinde kayın örneklerinin daha büyük yapışma direnç değerleri göstermesi sarıçam odunundaki ekstraktif maddelerin verniğin nüfuzunu engellemesinden kaynaklandığı düşünülebilir. Bunun için odunun heterojen yapısı ve odun koruma malzemelerinin çeşitliliği nedeniyle ayrıntılı araştırmaların yapılması gerekmektedir.

Tez çalışmasında ele alınan ticari nitelikli beş ayrı vernik türünün hiçbiri mantar çürüklük testinde standart bir odun koruma maddesi gibi sonuç vermemiştir. Buna göre; ticari olarak kullanılan ve ahşap koruyucu özelliği olduğu ifade edilen verniklerin odun koruma (emprenye) maddesi gibi değerlendirilmemesi gerekir. Bu türden maddelerin belirli kullanım yerlerinde ve daha çok kısa süreli koruma amaçlarıyla kullanılabileceği göz ardı edilmemelidir. Yapılan deneylerde, kullanılan 5 çeşit vernik içinde en iyi başarıyı E veniği göstermiş, ancak bunun da diğer vernikler gibi liflere paralel basınç direncinde odun üzerine etkili olmadığı görülmüştür. Zemin döşemeleri ve ahşap merdiven gibi mobilya elemanlarında kullanılacak olan ahşap koruyucuların direncini arttırıcı çalışmaların yapılması gereklidir.

Odun koruyucu emprenye maddelerinin etkin, sürekli ve ekonomik olması ile birlikte insan ve diğer canlılar için güvenli olması ölçütü başta gelmektedir. Bu nedenle yeni geliştirilen koruyucuların geleneksel sistemlere oranla insanlara ve çevreye çok daha az toksik özellikte olması istenmektedir. Kullanılan beş farklı ahşap koruyucu maddeden bir tanesi su bazlı diğerleri ise solvent bazlıdır. Su bazlı verniğin mantar çürüklük testinde sadece kayın odununda etkili olduğu, renk değişimi ve pürüzlülük testinde az da olsa başarı elde ettiği görülmüştür. Ayrıca bu vernik belirli bir süreye kadar su geçirmeme özelliğini korumuştur. Hem sağlıklı hem de doğa dostu olması sebebiyle su bazlı verniklerin koruyucu özelliklerinin iyileştirilerek kullanımı artırılmalıdır.



7. KAYNAKLAR

- Altınok M., Perçin O. ve Doruk Ş., 2010. Isıl İşlemin (Thermo-Process) Ağaç Malzemenin Teknolojik Özelliklerine Etkisinin İncelenmesi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 23, 71-84.
- Anderson, E.L., Pawlak, Z., Owen, N.L. ve Feist, W.C., 1991. Infrared Studies of Wood Weathering, *Applied Spectros*, 45, 641-647.
- Baykan, İ., Kılıç, Y. ve Bakır, K., 2000. Mobilya Endüstrisinde Üstyüzey işlemleri, *Kosgeb Yayınları*, Kale Matbaacılık, 21, Ankara.
- Berkel, A., 1972. Ağaç Malzeme Teknolojisi, II. Cilt İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın no: 368, İstanbul.
- Birinci, E., 2011. Asetillendirilmiş Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Odunu ile Yeni Odun Plastik Kompozitlerinin Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Black, J.M., Laugnan, D.F. ve Mraz, E.A., 1979. Natural Finishing Research, Department of Agriculture Service, Madison, Forest Product Laboratory, FPLV.
- Boonstra M.J., 2008. A Two-Stage Thermal Modification of Wood, Ph.D. Dissertation in Cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare - Nancy 1, 297 p. ISBN 978-90-5989-210-1.
- Bozkurt, Y. ve Erdin N., 1990. Ticarete Kullanılan Ağaçlarda Fiziksel ve Mekanik Özellikler, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, B-40/1, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 1993. Emprenye Tekniği, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Yayın No: 3779, O.F. Yayın No:425, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y., Erdin, N. ve Ünlügil, H., 1995. Odun Patolojisi, İ.Ü., Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 3878, Fakülte Yayın no: 432 ISBN 975-404-403-1, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin N., 1997. Ağaç Teknolojisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, No:3998/445, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., 2000. Odun Anatomisi, İstanbul Üniversitesi, Yayın no:466, İstanbul.
- Budakçı, M. ve Sönmez, A., 2010. Bazı Ahşap Verniklerin Farklı Ağaç Malzeme Yüzeylerindeki Yapışma Direncinin Belirlenmesi, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 25, 1, 111-118.
- Custodio, J.E.P. ve Eusebio, M.I., 2006. Waterborne Acrylic Varnishes Durability On Wood Surfaces For Exterior Exposure, *Progress in Organic Coatings*, 56, 59-67.

- Çakıcıer, N., 2007. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemi Katmanlarında Yaşlanma Sonucu Belirlenen Değişiklikler, Doktora Tezi, İstanbul Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dizman, E., 2005. Kimyasal Modifikasyonun Kızılağaç ve Ladin Yonga Levhalarında Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dündar, T., 2005. Sarıçamda Değişik Silvikültürel Müdahalelerin Odunun Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Erten, A.P. ve Sözen, M.R., 1995. Karakavak ve Melezkavak Odununun Çeşitli Yöntemlerle Emprenyesi, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, Teknik Bülten Serisi, 250-252, 27-50.
- Evans, P.D., Thay, P.D. ve Schmalzl, K.J., 1997. Natural Weathering of Wood in a Sunny Climate Effects on Surface Chemistry and Paint Adhesion, 28. IRG Annual Meeting, May, Whistler, Canada.
- Evans, P.D., 2009. Review of the Weathering and Photostability of Modified Wood, Wood Material Science and Engineering, 1-2, 2-13.
- Fengel, D. ve Wegener, G., 1984. Wood chemistry, Ultrastructure, Reactions, Walter de Gruyter, Berlin/New York.
- Gündüz G., 2005. Boya Bilgisi, TMMOB Kimya Mühendisleri Odası, s.461.
- İlter E., Saraçbaşı A., Balkız Ö.D., Erten A.P. ve Sözen M.R., 2010. Çeşitli Emprenye Maddeleri ile Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemenin Açık Hava Testleri ile Dayanıklılık Sürelerinin Tespiti (20.yıl sonuçları), İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Ankara Teknik Bülten, 290.
- Johnson, R., 1997. Waterborne Coatings An Overview of Waterborne Coatings: A Formulator's Perspective, Journal of Coatings Technology, 69, 117-121.
- Jones, F.N., 2012. Alkyd Resins, Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, John Wiley and Sons, Inc., 2, 429-445.
- Kantay, R., 1993. Kereste Kurutma ve Buharlama, Ormancılık Eğitim ve Kültür Vakfı Yayın No: 6.
- Kaygın, B ve Akgün, E., 2008. A Nano-Technological Product: An Innovative Varnish. Type for Wooden Surfaces, Bartın University, Faculty of Forestry, Department of Forest Industrial Engineering, 74100, 4, 001-007, Bartın.
- Kaygın, B. ve AYTEKİN, A., Mobilya Sanayinde İnovasyon Uygulamaları, <http://iibf.bartın.edu.tr/alperaytekin/eser/E2.pdf>, 20 Ekim 2014.

- Kesik, H.İ., 2009. Değişik Kimyasallar ile Ön İşlem Görmüş Ağaç Malzeme Yüzeylerinde Su Bazlı Verniklerin Katman Performansı, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Korkut S. ve Kocaefe D., 2009. Isıl İşlemin Odun Özellikleri Üzerine Etkisi, Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi, 5, 2,11-34.
- Kumar, M.N.S., Yaakob, Z., Maimunah, S. ve Abdullah, S.R.S., 2010. Synthesis of Alkyd Resin from Non-Edible Jatropha Seed Oil, *Journal of Polymers and the Environment*, 18, 539–544.
- Kurtoğlu, A., 1984. Ağaç Malzemenin Kimyasal Olmayan Yolla Korunması Olanakları, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, B, 34, 4, İstanbul.
- Kurtoğlu, A., 2000. Ağaç Malzeme Yüzey İşlemleri, Genel Bilgiler, I, İ.Ü. Orman Fak. Orman End. Müh. Böl., İstanbul.
- Kurtoğlu, A. ve Kahveci, M., 1989. Yüzey İşlemi Uygulama Teknikleri, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B, 39, 4, İstanbul.
- Küçüköğlü, E., 2005. Silikon Modifiye Akrilik Reçinelerin Elde Edilmesi ve Karakterizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kürkçü, E.A., 2009. Boya Sektöründe Solvent Kullanımı, İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi, 44, 14-19.
- Mark, H.S., Mcketta, J. R. ve Otmer, J.J., 1957. *Encyclopedia of Chemical Technologies*, John Wiley&Sons Inc., Second Ed., 1, 386-402.
- Mecit, O., 2001. Atık Polietilentereftalat'tan Özel Blok Kopolimerler ve Çevre Dostu Alkid Reçine Üretimi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Meel, P.A.Van, Erich, S.J.F., Huinink, H.P., Kopinga, K.,Jong, J.de ve Adan, O.C.G., 2011. Moisture Transport İn Coated Wood, *Progress in Organic Coatings*, 72, 686– 694.
- Örs, Y. ve Atar, M., 2000. Sapsız Meşe (*Quercus petraea* spp.) Odununda Emprenye Etme ve Renk Açma İşleminin Vernik Katman Sertliğine Etkileri, Ankara, Politeknik Dergisi, 2,8.
- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayınları, Ankara.
- Özdemir, T., 2003. Türkiye’de Yetişen Bazı Ağaç Türlerinde Verniklerin Özelliklerinin Araştırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özdemir, T. ve Hızıroğlu, S., 2007. Evaluation of Surface Quality and Adhesion Strength of Treated Solid Wood, *Journal of Materials Processing Technology*, 186, 3, 11–314.

- Özgenç, Ö., 2013. Doğu Karadeniz Bölgesi Yayla Evlerinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Dış Hava Koşullarına Karşı Dayanımının Arttırılması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Özgenç, Ö., 2017. Weathering Performance of a Wood Surface Coated with Acrylic Resin Containing Uv Absorber, *Drewno*, 60, 200, 1644-3985.191.01.
- Özgenç, Ö ve Yıldız, Ü.C., 2014. Surface Characteristics of Wood Treated with New Generation Preservatives After Artificial Weathering, *Wood Research*, 59, 4, 605-616.
- Paksoy, A.S., 1999. Boya El Kitabı, KMO, ISBN.975-395, 314-3, 175-182.
- Peker, H., 1997. Mobilya Üst Yüzeylerinde Kullanılan Verniklere Emprenye Maddelerinin Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Rayner, A.D.M. ve Boddy, L., 1988. Fungal Decomposition of Wood Its Biology and Ecology, John Wiley & Sons. ISBN: 0-471-10310-1, Chichester, 587 pp.
- Richardson, B.A., 1978. Wood Preservation, The Construction Press, Lancaster, England.
- Ruder, M.A., 2006. Potential Health Effects of Occupational Chlorinated Solvent Exposure. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 1076, 207-227.
- Sjostrom, E., 1993. Wood Polysaccharides, Lignin and Pulping Chemistry. in: *Wood Chemistry, Fundamentals and Applications*, New York Academic Pres, Inc Orlando.
- Selik, M., 1973. Bitkisel Odun Zararlıları, İ.Ü Orman Endüstri Ana Bilim Dalı, İstanbul.
- Söğütlü, C.ve Döngel, N., 2009. Emprenye İşleminin Ağaç Malzeme Yüzey Pürüzlülüğü ve Renk Değişimine Etkisi, Politeknik Dergisi, 12,3, 179-184.
- Söğütlü, C. ve Sönmez, A, 2006. Değişik Koruyucular ile İşlem Görmüş Bazı Yerli Ağaçlarda UV Işınlarnın Renk Değiştirici Etkisi, Ankara, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, 21,1,151-159.
- Sönmez, A., 1989. Ağaçtan Yapılmış Mobilya Üst yüzeylerinde Kullanılan Verniklerin Önemli Mekanik, Fiziksel ve Kimyasal Etkilere Karşı Dayanıklılıkları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sönmez, A., 2000. Ağaç İşlerinde Üst Yüzey İşlemleri I , Çizgi Matbaacılık, Ankara.
- Sönmez, A. ve Budakçı, M., 2004. Ağaç İşlerinde Üstyüzey İşlemleri II, Koruyucu Katman ve Boya/Vernik Sistemleri, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, ISBN: 975-97281-0-9 (TK) ISBN: 975-97281-1-7 (2.C.), Sevgi Ofset, Ankara.
- Sönmez, A., Budakçı, M. ve Yakın, M., 2004. Ağaç Malzemede Su Çözücülü Vernik Uygulamalarının Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Direncine Etkileri, Politeknik Dergisi, 7, 3, 229-235.

- Stamm, A. S., 1978. Wood and coating, Wood and Cellulose Science, 120, 45-47.
- Sümer, S., 1986. Başlangıç halindeki odun çürümesinin tespiti için bir yöntem, İ.Ü Orman Fakültesi Dergisi, B, 35, 3, 37-41.
- Şanıvar, N., 1978. Ağaçları Üst Yüzey İşlemleri, Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- Tomak, D.E. ve Yıldız Ü.C., 2010. Odunun Kimyasal Modifikasyonu, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, Trabzon, Bildiriler Kitabı, IV: 1681-1690,
- Tomak, E., D., 2011. Masif Odundan Bor İşleminin Yıkanmasını Önlemede Yağlı Isıl İşlemin ve Emülsiyon Teknikleri ile Emprenye İşleminin Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tomak, D.E., Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Korunması ve Performansının Belirlenmesi, BTÜ Seminer Günleri, <http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/sanayi/Dosyalar/%C3%87%C3%B6p/EYLEMHOCA.pdf> . 2 Aralık 2014.
- Tracton, A.A., 2006. Coatings Technology Handbook, Third Edition, Taylor&Francis, Florida, 978-1-57444-649-4.
- Ulay, G. ve Budakçı, M., 2015. Ahşap Yüzeylerde Kullanılan Su Bazlı Vernikler ile İlgili Türkiye’de Yapılan Çalışmalar, Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi, 3, 470-480.
- Usta, İ., 2015. Ahşap Üzerine Betimlemeler: Kültürlerarası etkileşim aracı olan ahşabın “Değerli bir Nesne” olarak kabul edilip özümsemesi (Ahşap Güzeldir), Mesleki Bilimler Dergisi, 4, 2, 39-54.
- Wicks, Z., Jones, F. ve Pappas, S., 1989. Organic Coatings Science and Technology, Wiley Interscience Publication, USA.
- Williams, R.S., 1987. Acid Effects On Accelerated Wood Weathering, Forest Products Journal, 37, 37-38.
- Williams, R.S., 2010. Wood Handbook, Finishing of Wood, chapter 16.
- Wypych G., 2001. Handbook of Solvents, Chem Tec Publishing&William Andrew Publishing, Toronto, New York.
- Viane, M.K., 2002. Overview of the neurotoxic effects in solvent-exposed workers. Arch Public Health. 60, 217-232.
- Viitanen, H., Jämsä, S., Paajanen, L., Nurmi, A. ve Viitaniemi, P. 1994. The Effect of Heat Treatment on the Properties of Spruce, A Preliminary Report, International Research Group on Wood Preservation, 03 – 06 May, Nusa Dua, Bali, Indonesia, Doc. No. IRG/WP 94-40032.

- Viitanen, H., Toratti, T., Makkonen, L., Peuhkuri, R., Ojanen, T., Ruokolainen L. ve Räsänen, J., 2010. Towards Modelling of Decay Risk of Wooden Materials, Eur. J. Wood Prod, 68, 303–313.
- Yakın, M., 2001. Su Bazlı Verniklerde Sertlik, Parlaklık ve Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tespiti, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yalınkılıç, M.K., 1993. Ağaç Malzemenin Yanma Higroskopisite ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.
- Yalınkılıç, M.K., Baysal E., Demirci Z. ve Peker H., 1996. Sarıçam, Kayın, Ladin ve Kızılağaç Odunlarının Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilebilme Özellikleri, Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2, 2, 147-156.
- Yazıcı, H., 2005. Açık Hava Koşullarının Odun Dayanımına Etkisi, Z.K.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 7, 8, 72-79.
- Yıldız, Ü. C., 2000. Odun Zararlıları Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Endüstri Ana Bilim Dalı, Trabzon.
- Yıldız, S., 2002. Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel Mekanik Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yıldız, Ü.C., 2005. Odun Koruma Ders Notları (basılmamış), Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon.

ÖZGEÇMİŞ

24.10.1985 tarihinde Rize’de doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Rize’de tamamladı. 2004 yılında Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği Bölümü’nü kazandı ve 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Biyolojisi ve Odun Koruma Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2015 şubat döneminde Milli Eğitim Bakanlığı Mobilya ve İç Mekan Tasarımı Bölümü Öğretmenliğine atanarak 1,5 yıl Ağrı Nurettin Dolgun Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi’nde çalıştı. Evli ve bir çocuk annesi olup, şu anda Ardeşen Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesinde görevini sürdürmektedir.