

AÇIK HAVA KOŞULLARININ
AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mustafa ORDU

Yüksek Lisans Tezi

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Temmuz- 2007

AÇIK HAVA KOŞULLARININ AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mustafa ORDU

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Yönetmeliği Uyarınca
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Yrd.Doç. Dr. Murat ÖZALP

Temmuz – 2007

KABUL VE ONAY SAYFASI

Mustafa ORDU' nun YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı AÇIK HAVA KOŞULLARININ AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

. .2007

Üye : Prof. Dr. Mustafa ALTINOK
Danışman Üye : Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP
Üye : Yrd. Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. M. Sabri ÖZYURT
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

AÇIK HAVA KOŞULLARININ AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Mustafa ORDU

Dumlupınar Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd.Doç.Dr.Murat ÖZALP

ÖZET

Bu çalışmada; koruyucu olarak Tanalith- C (CCA) ve su itici olarak ta Protim 230WR Emprenye maddeleri kullanılmıştır. Poliüretan ve Polivinilasetat tutkalları kullanılarak, Lamine edilmiş sarıçam ile Lamine edilmemiş kayın ve karaçam örneklerinde mekanik deneyler yapılmıştır. Ayrıca fiziksel özelliklerde meydana gelen değişimlerde gözlemlenmiştir.

Lamine edilmiş sarıçam örneklerinde PVA (Polivinilasetat) tutkalının kullanımının uygun olmadığı görülmüştür. Bunun yerine mekanik özelliklere olumlu etki yapan Poliüretan tutkalı tercihen kullanılmalıdır.

Emprenyeli tüm örneklerde mekanik değerlerde önemli bir değişim olmazken emprenyesiz örneklerde yüksek oranlarda kayıpların meydana geldiği görülmüştür. Bu çalışma sonucunda her iki emprenye maddesinin de yeterli koruma sağladığı tespit edilmiştir.

Anahtar kelime: Ahşap, eğilme direnci, basınç direnci, yapışma direnci.

THE EFFECT OF OPEN AIR CONDITIONS ON THE PROPERTIES OF WOODEN MATERIAL

Mustafa ORDU

Furniture and Decoration Education, Master's Thesis, 2007

Advisor: Asist.Prof. Dr. Murat ÖZALP

SUMMARY

In this study, is used Tanalith-C (CCA) for as a protecting and protim 230WR for as a water repelling. By using polyuretan and polivinalacetat (PVA) glues, some mechanic experiments are done with the specimens of laminated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) with solid wood of beech and austrian pine (*pinus nigra*). In addition the differences is observated at physical properties.

At the specimens of laminated Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) the usage of polivinalacetat (PVA) glue is not seen appropriate. Instead of this polyuretan glue which give positive effect to the mechanic properties, should be used.

There is not important mechanical changing at the all specimens of impregnated , but at the specimens of unimpregnated are seen a significant strenght loss. At the end of this study are seen both of the preservation metarials supply sufficient protection.

Key Words: Wood, bending resistance, pressure resistance, bonding resistance

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu çalıőmamın yürütücülüğünü üstlenen, her türlü desteği sağlayan danışman hocam Yrd.Doç. Dr. Murat ÖZALP'e, çalışmanın gerçekleőmesi aşamasında yardımlarını esirgemeyen Simav Orman İőletmesine, Semitaş Aő'ye , çalışma süresince desteğini esirgemeyen aileme ve emeği geçen herkese bütün içtenliğimle saygı ve őükranlarımı sunarım.

Mustafa ORDU

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1.GİRİŞ	1
1.1. Literatür Özeti.....	2
1.2. Çalışmanın Amacı.....	10
2. LAMİNASYON TEKNİĞİ.....	11
2.1. Laminasyon Tekniğinin Avantaj Ve Dezavantajları.....	12
2.1.1. Avantajları.....	12
2.1.2. Dezavantajları.....	13
2.2. Laminasyon Katların Düzenlenmesi.....	13
2.3. Laminasyonda Uygulanan Birleştirmeler	14
2.3.1. En birleştirmeler	14
2.3.2. Boy birleştirmeler	15
2.4. Laminasyonda Ağaç Malzeme Seçimi	16
2.5. Laminasyonda Asgari Üretim Şartları	16
2.6. Yapışma Teorisi.....	17
2.7. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler	18
2.7.1. Odunun yapısı.	18
2.7.2. Yüzey yapısı ve düzgünlüğü.	18
2.7.3. Pres basıncının ve presleme süresinin yapıştırma dayanımı üzerine etkisi.	19
2.7.4. Kullanılan tutkalın özellikleri.....	20
2.7.5. Nem.....	20
2.7.6. Sürülen tutkalın katman kalınlığı	21
2.8. Tutkalın Ağaç Malzemeye Sürülmesi.....	21
2.9. Lamine Elemanların Emprenye Edilmesi.	21
3. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ.....	23
3.1. Türkiye’de Emprenye Endüstrisi	24
3.2. Genel Olarak Kullanılan Emprenye Maddeleri	24

İÇİNDEKİLER (devam)

Sayfa

3.2.1. Yağlı emprenye maddeleri.....	24
3.2.2. Organik çözücülü emprenye maddeleri.....	24
3.2.3. Mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal maddeler	25
3.2.4. Ardaklanmayı önleyici emprenye maddeleri.....	25
3.2.5. Suda çözünen emprenye maddeleri.....	25
3.3. Emprenye Metodları	26
3.3.1. Basınç uygulayan metodları	26
3.3.1.1. Dolu hücre metodu	27
3.3.1.2. Boş hücre metodu	27
3.4. Odunun Emprenyesi İle Anatomik Yapısı Arasındaki İlişki.	28
3.4.1. İğne yapraklı ağaçların anatomik yapısı.....	28
3.4.2. Yapraklı ağaçların anatomik yapısı	28
3.5. Odunun Permeabilitesi.....	29
4. MATERYAL VE METOT	30
4.1. Materyal.....	30
4.1.1. Kullanılan ağaç türleri.....	30
4.1.1.1. Karaçam.....	30
4.1.1.2. Sarıçam.....	31
4.1.1.3. Kayın	32
4.1.2. Kullanılan emprenye maddeleri ve özellikleri	33
4.1.2.1. Protim 230 WR	33
4.1.2.2. Tanalith-C(CCA).....	34
4.1.3. Kullanılan tutkallar ve özellikleri.....	36
4.1.3.1. Polivinilasetat tutkalı (PVAc).....	36
4.1.3.2. Poliüretan tutkalı (PU).....	36
4.2. Metot.....	38
4.2.1. Deney numunelerinin hazırlanması	38
4.2.2. Numunelerin Emprenye Edilmesi.....	38
4.2.3. Numunelerin deneme alanına yerleştirilmesi	39
4.2.4. Mekanik özelliklerin belirlenmesi	39
4.2.4.1. Statik eğilme direnci	39
4.2.4.2. Liflere paralel yönde basınç direnci	40
4.2.4.3. Yapışma direnci	41
4.2.5. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi.....	42
4.2.6. İklim koşulları.....	42
5. BULGULAR VE ANALİZİ	44
5.1. Mekanik Testlere Ait Bulgular.....	44

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.1.1. Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular.....	44
5.1.2. Eğilme direncine ait bulgular.....	47
5.2. Sarı Çam laminasyon Örneklerinin Mekanik Testlere Ait Bulguları.....	49
5.2.1. Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular	49
5.2.2. Teğet yönde eğilme direncine ait bulgular	51
5.2.3. Yapışma direncine ait bulgular.....	53
5.3. Fiziksel Özelliklere Ait Bulguları	55
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	56
6.1. Mekaniksel deneylere Ait Sonuçlar	56
6.1.1. Liflere paralel basınç direncine ait sonuçlar	56
6.1.2. Eğilme Direncine Ait Sonuçlar.....	58
6.1.3. Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin basınç direncine ait sonuçlar....	60
6.1.4. Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin eğilme direncine ait sonuçlar ..	61
6.1.5.Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin yapışma direncine ait sonuçlar .	62
6.2. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar	65
KAYNAKLAR DİZİNİ	66

EKLER

- Ek-1 4. ay sonundaki deney numunelerine ait resimler
Ek-2 8. ay sonundaki deney numunelerine ait resimler
Ek-3 12. ay sonundaki deney numunelerine ait resimler

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2. 1 Laminasyonda Katların Düzenlenmesi	14
2. 2 Laminasyonda kullanılan en birleştirme şekilleri	15
2. 3 Laminasyonda kullanılan boy birleştirme şekilleri	15
2. 4 Yapıştırıcı katmanın yapısı	17
4. 1 Deney Alanının Gösterilmesi	39
4. 2 Eğilme direnci deneyi örnek boyutları	40
4. 3 Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi örnek boyutları.....	41
4. 4 Yapışma direnci deneyi örnek boyutları	42
5. 1 Karaçam diri odunun liflere paralel basınç direnci	45
5. 2 Kayın diri odunun liflere paralel basınç direnci	46
5. 3 Karaçam diri odunun teğet yöndeki eğilme direnci	47
5. 4 Kayın diri odunun teğet yöndeki eğilme direnci	48
5. 5 Liflere paralel yöndeki basınç direnci	50
5. 6 Sarıçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri	52
5. 7 Sarıçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri	54
6. 1 Karaçam odun örneklerindeki basınç direnci kaybı	56
6. 2 Kayın odun örneklerindeki basınç direnci kaybı.....	57
6. 3 Karaçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci kaybı	58
6. 4 Kayın örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci kaybı	59
6. 5 Sarıçam odun örneklerindeki basınç direnci kaybı	60
6. 6 Sarı çam odun örneklerindeki eğilme direnci kaybı.....	61
6. 7 Sarı çam odun örneklerindeki yapışma direnci kaybı	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Ağaç cinslerine göre pres basıncı.....	19
4.1 AWPA Standartları'na göre CCA'nın bileşimi.....	35
4.2 Kullanılan poliüretan tutkalının genel özellikleri	37
4.3 Kütrahya İlinin simav ilçesine ait 2005 yılı meteorolojik verileri	43
5.1 Karaçam öz odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	44
5.2 Kayın diri odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	45
5.3 Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz tablosu	46
5.4 Karaçam diri odununun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri	47
5.5 Kayın diri odununun teğet yöndeki eğilme direnci değerleri	48
5.6 Teğet yönde yapılan eğilme direncine ait varyans analiz tablosu	49
5.7 Sarı çam örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri.....	50
5.8 Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz tablosu	51
5.9 Sarıçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri	52
5.10 Teğet yönde yapılan eğilme direncine ait varyans analiz tablosu	53
5.11 Sarıçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri	54
5.12 Yapışma direncine ait varyans analiz tablosu	55
6. 1 Karaçam örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları.....	57
6. 2 Kayın örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları	58
6. 3 Karaçam odununun teğet yönündeki eğilme direnci kayıp oranları.....	59
6. 4 Kayın odununun teğet yönündeki eğilme direnci kayıp oranları	60
6. 5 Sarıçam örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları.....	61
6. 6 Sarı çam örneklerinde meydana gelen eğilme direnci kayıp oranları	62
6. 7 Sarı çam örneklerinde meydana gelen yapışma direnci kayıp oranları.....	63

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
a	: Enine kesit kenar uzunluğu
A	: Enine kesit alanı
ACA	: Amonyaklı Bakır Arsenik
ACC	: Asit Bakır Kromat
ACZA	: Amonyaklı Bakır Çinko Arsenik
ACQ	: Amonyaklı Bakır Quat
b	: Genişlik
CCA	: Bakır Krom Arsenik
CCB	: Bakır krom Bor
cm³	: Santimetre küp
CZC	: Kromlu Çinko Klorür
E.mod	: Elastikiyet modülü
F_{max}	: Kırılma anındaki kuvvet
gr	: Gram
h	: Eğilme direnci deney parçasının kalınlığı
kg	: Kilogram
Kp	: Ağaç malzemenin basınç direnci
L	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık
l	: Yapışma yüzey Uzunluğu
m²	: Metre kare
mm	: Mili metre
N	: Newton Kuvvet Birimi
NHA	: Maksimum kuvvet
SD	: Ortalama
δ_x	: Standart Sapma
σ_e	: Eğilme direnci

1.GİRİŞ

Ağaç işleri endüstrisindeki gelişmelere bağlı olarak, dünyada ve ülkemizde orman varlığı önemli ölçüde azalmış ve azalmaya devam etmektedir. Ağaç malzemenin kolay işlenmesi, ısı ve sese karşı iyi bir yalıtıcı olması, doğal yapısından kaynaklanan tekstür, renk motifli yapısı, yorulma direncinin çelik ve betona karşı çok yüksek oluşu ve diğer malzemelere göre estetik olmasından dolayı bu malzemeye karşı olan talep her geçen gün artmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi ancak, ağaç malzemenin bilinçli bir şekilde kullanılmasıyla mümkündür[1].

Ağaç malzeme, insanların kullandığı çeşitli yapı malzemeleri içerisinde en eski olanıdır. Çağımızın getirdiği teknik yeniliklere ve çok sayıdaki yeni malzeme ile rekabetine rağmen, sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle günümüzde birçok kullanım alanında önemini korumaktadır [2].

Ağaç malzeme birçok ürün için, estetik ve yapısal özellikleri bakımından, yapı malzemesi olarak tercih edilmektedir. Ağaç malzemenin estetik açıdan güzel görünümü ve diğer yapısal özellikleri itibarı ile iç ve dış etkilere karşı korunması gerekmektedir[3].

Ağaç malzeme, yapısal özelliklerine göre farklı kullanım alanlarına sahiptir. Ağaç malzemenin uzun ömürlü olarak kullanımının en önemli yöntemlerinden birisi ise emprenye dir. Her ne kadar doğal dayanımı yüksek olan ağaç türleri birçok kullanım yerinde uzun yıllar bozulmadan kalabilmekte ise de, bu süre her ortamda ve her ağaç türünde farklılıklar göstermektedir[4].

Ağaç malzeme hafifliğine oranla direncinin yüksek oluşu, kolay işlenebilmesi, çivilenebilme ve birleştirilebilme kabiliyeti, elastiklik, kırılmadan önce tehlikeyi haber verme gibi faydalı özelliklerinden dolayı insanoğlunun yüzyıllardır vazgeçemediği gerek iç mekân gerekse dış mekânda kullandığı bir malzeme olmuştur. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde, tek parça masif ağaç malzeme kullanılması pratikte pek çok güçlükler yaratmaktadır. Çünkü ağaç malzemenin bünyesinde bulunan birçok kusur (Budak, çürük, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı vb.) tamamen giderilemez [5].

Koruyucular ile muamele edilmiş ağaçların ekonomikliği, dayanıklılığı ve estetik açıdan güzelliği nedeniyle, milli ormanlarda, parklarda ve diğer halka açık alanlarda kullanılan doğal yapı malzemeleri olmuştur. O nedenle kullanılan koruyucu maddelerin insanlara ve çevreye karşı bir tehdit unsuru oluşturmadığından emin olunması gerekmektedir[6].

Ağaç malzemenin verimli bir şekilde kullanılabilmesinin, bir yolu kusurlarından arındırılarak lamine edilmesidir. Bu yöntemle, küçük boyuttaki ağaç malzemenin daha büyük boyuttaki ve geniş ağaç malzeme üretilmektedir.

Tutkallar, ağaç işleri endüstrisinin temel girdilerinden biri olup bu sanayinin ayrılmaz bir parçasıdır. Laminasyonda kullanılan tutkallar ağaç malzemenin sonra ikinci derecede önemlidir. Tutkallar kullanılarak küçük boyutlu malzemelere değişik birleştirme metotları uygulanarak daha büyük boyutlu malzemeler üretmek mümkündür. Laminasyonda kullanılan tutkallar, lamine elemanın kullanım alanında ve direnç özellikleri üzerinde etkili olmaktadır[7].

Emprenye edilmiş ağaç malzeme, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklı oluşunun yanı sıra, ekonomik ve estetik görünüşünden dolayı da önemli bir yapı malzemesidir. Telekomünikasyon direkleri, demir yolu traversleri, doğrama ve dış cephe kaplamaları, çatı malzemeleri, çit direkleri, sera malzemesi, ses bariyerleri, otoyol korkulukları, ambalaj kapları, balkon ve teraslarda kullanılan ağaç malzemeler, garaj, şehir ve bahçe düzenlemeleri gibi bir çok kullanım yerinde suda çözünen emprenye maddelerinin global olarak kullanımı son yıllarda büyük oranda artmıştır. Emprenye işlemlerinden sonra ağaç malzemeye yüzey işlemleri uygulanabilmekte, kullanım yerlerinde ve taşıma işlemlerinde daha güvenli malzeme elde edilmektedir[8].

Ağaç malzeme dış ortamda köprü, telefon direkleri, maden direkleri, bağ direkleri, park bahçe mobilyalarında, banklarda, kamelyalarda, ahşap evlerde, dış kapı ve pencere doğramalarında, ahşap merdivenlerde ve kalıp gibi daha küçük ölçekli yapılarda yapı malzemesi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Özellikle diğer yapı malzemelerine göre ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olması, ağaç malzemenin dış ortamda kullanımını teşvik etmiştir[9].

1.1. Literatür Özeti

Ağaç malzemenin biyolojik bozulmasına sebep olan organizmalardan başka, zaman ve dış ortamda maruz kaldığı etkilerden dolayı da yapısında biyolojik bozulmalar olmaktadır. Mevsimsel değişimlerden (yağmur, kar, dolu, güneş vb. dış etkilerden) dolayı bünyesine su alıp vermesi, ağaç malzemenin yıpranmış görünmesine neden olmaktadır. Ağaç malzemedeki bu dış ve doğal ortam kaynaklı değişimler Weathering olarak tanımlanmaktadır[3].

Weathering; mekaniksel ve ışıksal etkilerin dış ortamdaki ağacın kimyasal bileşimlerine etkisi olarak tanımlanır. Weathering çürüme olarak tanımlanmaz, çürüme; çürütücü organizmaların ve mantarsal çürütücülerin etkisiyle ağacın yapısının bozulmasıdır[10].

Ağacın çürümesine ve zarar görmesine etki eden etmenlerin başında sıcaklık ve nem gelmektedir. Çürüme, bir yapıda istenmeyen bir durumdur. Çünkü dayanıklılık özelliklerini hızla düşürmektedir. Çeşitli koruyucu kimyasalların kullanılması ağaç malzemenin çürümesini ve bozulmasını engellemektedir[11].

Karaçam odunu maden ocaklarında kullanılmasına rağmen sayısız hastalıklara ve böcek tahribatlarına karşı uzun süre dayanım gösteremez[12]. Ancak ağaç malzemenin dış ortamdaki kullanılabilirliğini arttırmak, kullanım süresi uzatmak için ağaç malzemenin bazı koruyucu maddeler ile muamele edilmesi gerektiği yapılan araştırmalar sonucu ortaya konmuştur.

İ.USTA(2006), İklim-ağaç-yetiştirme ilişkisinin empenyeli karaçam odunu üzerinde incelendiğinde iklim farklarının, ağacın büyümesinde etkili olduğu ve empenye edilebilir özelliğinin yüksek rakımlarda (950-1000) yetişen ağaçlarda daha iyi olduğu görülmüştür[13].

Hedley ve Drysdale' in Yeni Zelanda'da yaptığı bir araştırmada, empenye edilmiş iğne yapraklı ağaç kazıklarının kırsal araziye nazaran bahçe ortamında daha büyük bir çürüme riski altında olduğu gözlenmiştir. Wright ve Ladrach' in Kolombiya' da yaptığı çalışmada *Pinus ve Cupressus* türleri ile *eucalyptus grandis*' den hazırlanan tel ve çit direklerini CCA ile empenye ettikten sonra 10 yılda iyi sonuçlar almışlardır. Empenye edilmemiş ağaç, tel ve çit direkleri ise 10 yılda tamamen tahrip olmuştur[14].

Şen (2001), 1,5 yıl süren arazi denemelerinde, yapraklı ve iğne yapraklı ağaç türleri ile kimyasal maddeler olarak meşe palamudu, meşe mazısı sumak yaprakları ve kızılçam kabuklarından elde edilen ekstraktları kullanılmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla da CCA empenye maddesi denenmiştir. Doğal ekstraktif maddeler ile empenye edilen iğne yapraklı ağaçlar ile, aynı türlerin kontrol örnekleri arasında kayda değer bir sağlamlık farkı görülmemiştir. Doğal ekstraktif maddeler ile empenye edilen yapraklı ağaç türlerinde ise toprak sonundan itibaren yaygın bir mantar tahribatı başlamış, fakat ileri derecede bir çürüme meydana gelmemiştir. Sonuçta, çevresel zararı olmayan doğal ekstraktif maddeler arazi denemelerinde önemli derecede bir dayanım göstermezken, laboratuvar ortamında insektisid etkili bulunmuştur[14].

Hesp ve Wason, CCA tuzlarıyla empenyeli çam odunun basınç ve eğilme direncinde hiçbir değişim belirlememişlerdir[15].

Yapılan çalışmada koruyucular ile muamele edilmeyen ağaç malzemenin, açık hava ortamında, özellikle sulu bölgelerde ve yüksek nemli yerlerde kullanıldığında, 3 yıl sonra

yüzeylerinde mantarsal çürümenin ortaya çıktığı yapılan görsel deneyler sonucu belirlenmiştir[16].

20 yıllık araştırma sonucunda; CCA ile muamele edilen ahşap malzemenin; bünyesindeki bakterilerden, dış etkilere karşı korunduğu ve işlevini uzun süre yerine getirdiği görülmüştür. CCA ile muamele edilen ahşabın uzun süre canlılığını koruduğu belirtilmiştir. Ağaç malzeme CCA ile muamele edilmeden önce, bünyesindeki bakterilerin verdiği zararlar gözlenmiş ve CCA ile muamele edilip 3 hafta bekletilip tekrar gözlemlendiğinde bünyesindeki bakterilerin zararlı etkisinin % 46 'dan % 22 ye düştüğü görülmüştür [17].

Ağaç malzemenin çevresel ve dış etkilere karşı korunması gerektiği, bunun için ağaç malzemenin koruyucu ile muamele edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Koruyucu olarak naftalin asit kullanılmış ancak (NHA)'nın mantarlara karşı direnç göstermediği. NHA'nın bakırla kaplandığında daha dayanıklı bir koruyucu olduğu görülmüştür[18].

Titrek kavak (*populus tremuloides*) örnekleri saydam ve yarı saydam olarak kuzey Wiskonsin, kuzey missisipi ve Washington'da açık havaya maruz bırakılmış ve dış etkilere karşı dayanım testleri yapılmıştır. İçerisinde boya maddesi bulunmayan saydam olarak muamele edilen koruyucunun, Wiskonsinde 36, Washington'da 24, Missisipide ise 7 aya kadar dış etkilere karşı dayanım gösterdiği görülmüştür. Koruyucu madde yarı saydam olarak muamele edildiğinde sonuçların saydam olan ahşap malzemeye göre çok daha iyi olduğu görülmüştür. 10 yıla kadar bile koruma sağladığı tespit edilmiştir[19].

Kuzey Queslanda ve Avustralya seçilen pilot bölgelere koruyucular ile muamele edilmiş coastal douglas köknarı 5 yıl süre ile açık havaya maruz bırakılmıştır. Avustralya da ki köknarların dış etkilere karşı daha uzun süre dayanıklılık gösterdiği gözlemlenmiştir[20].

Koruyucular ile muamele edilmiş ve edilmemiş açık havaya bırakılmış ağaç malzemedeki değişiklikler gözlenmiştir. Koruyucu ile muamele edilmemiş ağaçta su kaynaklı şişkinliklerin, renk bozulmalarının, mantarlara ve mikroorganizmalar tarafından tahrip edildiği, yüzeylerinde dalgalanmaların olduğu görülmüştür. Koruyucular ile muamele edilen ahşapta ise uzun yıllar yapısında değişiklik olmadığı, mikroorganizmalar ve çevresel etkilere karşı dayanıklılık gösterdiği görülmüştür[10].

Mollah et all. yaptığı çalışmada; Avustralya' da üzüm bağlarında kullanılmak amacıyla, farklı tip ve hacimlerdeki ağaç malzemeler için eğilme direnci testleri yapılmıştır. Özellikle 75-100 mm ve 100-125 mm çap sınıflarında, kreozot ile emprenye edilmiş örnekler CCA ile emprenye edilmiş örneklere göre daha fazla direnç göstermişlerdir[14].

Winandy'ın yaptığı çalışmada, *Pinus taeda* kerestelerini CCA ile emprenye ettikten sonra, açık havada kurutma ve 116 °C' de fırında kurutma işlemlerini uygulamıştır. Eğilme direnci dağılımı boyunca CCA ve tekrar kurutma işlemlerinin etkisi, malzemenin kalitesi veya dağılımdaki yüzde seviyenin bir fonksiyonu olarak görüldü. Emprenye işleminden sonra yapılan açık havada kurutma işlemi, emprenye seviyesine bağlı olarak direnci % 20-40 oranında etkilemiştir. Fırında yapılan 116 °C' de kurutma işlemi tüm eğilme direnci dağılımını etkilemiştir. CCA ve tekrar kurutma işleminin etkileri, odunun direnci ve özün varlığı veya yokluğu ile oldukça ilişkili bulunmuştur[21].

Campos'un yaptığı çalışmada; taze, kuru, ve CCA ile emprenye edilmiş *Radiata* çamı direklerinden alınan örnekler üzerinde eğilme direnci testleri yapılmıştır. Kuru haldeki direkler, taze haldeki direklere göre % 16 oranında daha fazla eğilme direncine sahip olurken, emprenye edilmiş direkler kuru direklerle göre % 25 daha az eğilme direncine sahip olmuştur[14].

Hayatın her evresinde kullanılmakta olan ağaç malzemenin, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen koruyucular ile muamele edilmesi için farklı korucular ile muamele edilen ağaç malzemenin insanlara ve çevreye olan zararları araştırılmıştır. Koruyucu olarak suda çözünen emprenye maddelerinden; CCA, ACZA, ACQ, CDDC ve CC kullanılmıştır. Çalışma sonucunda karışık kimyasal reaksiyonlar nedeni ile bunların kullanılmasında sınırlama gerektiği uygun görülmüştür; ancak bu koruyucuların içerisinde yaygın olarak CCA 'nın kullanıldığı belirtilmiştir[22].

Ladin ve kavak örnekleri farklı formaldehit reçine kaplamaları ile muamele edilmiş, renklerinde, dış yüzey sertliklerinde hava koşullarına dayanıklılığını açıklamak için suni hava değişiminin olduğu yerde açık havaya deneyine tabii tutulmuştur. Uzun süre değişik hava koşullarında kalan deney numunelerinden koruyucu ile muamele edilenlerin, sertliklerinde artış olmuştur. Koruyucular ile muamele edilen ağaçların, muamele edilmeyen ağaçlara göre renk bozulmalarına ve çatlak oluşumlarına göre daha avantajlı olduğu görülmüştür[23].

K. Satish, S. C. Pant (1991), BCCA ile emprenye edilmiş odun örneklerinde retensiyon ve nüfuz derinliğinin termit ve mantar çürüklüklerine karşı performansı üzerine araştırma yapmışlardır. Termitlere ve mantarlara karşı performansını ve nüfuz derinliğinin CCA'dan daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir[1].

Krom ve CCA ile muamele edilmiş Güney çamının Dış hava koşullarına karşı, renk ve diğer durumlardaki dayanıklılığını araştırmak üzere hızlandırılmış açık hava yöntemiyle deney alanına bırakılmıştır. Crom ile muamele edilmiş deney örneklerinde, UV ultra viyole ışınlarının

neden olduğu tahribat aza inmiştir. Yüzeylelerdeki aşınmalar azalmıştır. CCA ile muamele edilen çam örneklerinde ise aşınmalara karşı uzun süre dayanıklı olduğu görülmüştür. Ahşabın ömrünü ve dayanıklılığını arttırmıştır. CCA ile işlem görmüş ahşabın Crom trioksidanla işlem görmüş ahşaba göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür[24].

Batı kırmızı sediri açık havaya bırakılarak, ortamdaki nemin örneklerin bünyesine alınışını video çekim tekniği kullanarak temas açısı ölçülmüştür. Açık havada 4 hafta kalan numunelerin temas açısı 77°'den 51°'ye indirilmiştir. Bunun sonucunda daha fazla nemlilik ile karşı karşıya kalan ağaçların yapısında bozulmalar gözlemlenmiştir[25].

Güney çamları, kıyı köknarları CCA ile muamele edilerek ve muamele edilmeyerek, Wiskonsin ve Missisipi'de 45° güneye bakacak şekilde 2 yıl süre ile açık havaya bırakılmıştır. Bu süre sonunda CCA ile muamele edilen örnekler ile muamele edilmeyen örnekler arasında farklılık olduğu görülmüştür. CCA ile muamele edilen numunelerin performansının daha iyi olduğu görülmüştür. Birde Uygulanan CCA miktarı ne kadar olursa olsun CCA ile muamele edilmiş Köknarların performansı çama göre daha iyi sonuç verdiği görülmüştür[26].

Sarı kavak, Akçaağaç, kırmızı meşe, ceviz ve kayın ağaçlarının %12 ve % 17,5 nem oranlarında CCA-C ve ACQ-B Koruyucuları ile muamele edilmiştir. Farklı nem oranlarında ve farklı koruyucular ile muamele edilen ağaçların duruma göre tartışılacak farklı sonuçlar verdiği görülmüştür[27].

JJ. Morrell ve SM. Smith (1988), Kızılağaçtan kesilen 8.75x8.75x10 cm boyutundaki sekiz blok CCA ile emprenye edilmiştir. Araştırma sonucunda CCA ile muamele edilmiş kızılağaç örnekleri üzerinde mantar tahribatı etkisinin minimum olduğu tespit edilmiştir[1].

Ay ve Uncu (2004), tarafından yapılan bir çalışmada, Batı Karadeniz sarıçamı odununun bazı mekanik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; eğilme direnci 940 kg/cm², liflere paralel basınç direnci 518 kg/cm², dinamik eğilme direnci ise 0.580 kgm/cm² olarak belirlenmiştir[4].

R. Schlyter (1927), İsveç'te yetişen sarıçamlarda basınç direncinin çeşitli rutubetteki özgül ağırlıkla ilişkisini araştırmış ve özgül ağırlıkla basınç direncinin doğru orantılı, rutubetle ters orantılı olduğunu tespit etmiştir[1].

Siemon'un yaptığı çalışmada; *Pinus caribaea* örnekleri üzerinde statik eğilme direnci testleri yapılmıştır. Yapılan testlerde, CCA ile emprenye sonucu önemli direnç ve sertlik kayıpları meydana gelmiştir. CCA ile emprenye edilmiş örneklerde, yüksek sıcaklıkta kuruma sonucu kırılma modülünde azalmalar meydana gelmiştir[11].

Yıldız ve ark. (2003), tarafından yapılan bir çalışmada, sarıçam odununun mekanik özellikleri üzerine, bazı empenye maddelerinin etkisi araştırılmıştır. Sarıçam diri odunundan hazırlanan örnekler sırasıyla CCA % 0.85, % 1,5 ve % 2, ACQ 1900 % 2, % 3 ve % 7, ACQ 2200 % 1 ve % 2, Tanalith E 3491 % 2 ve % 2,8, Wolmanith CX-8 % 2 ve % 2,8 konsantrasyonlarda hazırlanan çözeltiler ile muamele edilmiştir. %2.8'lik Wolmanith CX-8 ve %2'lik Tanalith E-3491 ile empenye edilen örneklerde kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün arttığı fakat diğer kimyasallarla empenye edilen örneklerde değişmediği yada azaldığı tespit edilmiştir. % 2.8'lik Wolmanith CX-8 ve % 7'lik ACQ-1900 ile empenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin arttığını, diğer kimyasallarla empenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin ise değişmediği, ya da azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu sonuçlar istatistiksel bakımdan önemsiz (NS) bulunmuştur[28].

Gillwald, çam ve kayın odunun basınç, eğilme ve çekme direncini UA tuzları ve taşkömürü katran yağı ile empenyeden sonra araştırmış, katran yağının basınç direncini % 10, tuzların ise yalnızca önemsiz miktarda artırdığını; eğilme direncini katran yağlarının artırdığını, suda çözünen tuzların ise azalttığını belirtmiştir[15].

Barnes ve arkadaşları (1993), tarafından yapılan bir çalışmada Amerikan güney çamından hazırlanan örnekler CCA-C ve ACQ çözeltileri ile empenye edilmiş ve elastikiyet modülü araştırılmıştır. CCA-C ile muamelede 9.6 kg/m^3 lük retansiyon miktarı seçilmiş ve dolu hücre metodu kullanılmıştır. Bu araştırmada, empenye edilmemiş örneklerle, empenye edilen ve kurutma işlemleri uygulanmış örnekler arasında elastikiyet modülü değerlerinde önemli bir değişikliğe rastlanmamıştır [4].

Kartal (1998), tarafından yapılan bir çalışmada, CCA empenye maddesi çözeltisinin sarıçam odununun eğilme direnci, elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci üzerine etkiler araştırılmıştır. CCA ile empenye edilen ve kurutma işlemleri uygulanan örneklerden elde edilen eğilme direnci değerleri, kontrol ve su ile empenye edilen örneklerle karşılaştırılmıştır. Buna göre CCA ile yapılan empenye işleminin eğilme direnci, elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu belirlenmiştir [4].

Endonezya da soğutma kulelerinde kullanılan ahşap malzemelerin korunmasında CCA kullanılması yasaklanmıştır. Yerine ise alternatif koruyucu maddeler araştırılmıştır. Pinus merkusi soğutma kulelerinde kullanılan önemli ağaç türlerinden biridir. Bu ağaç türü üzerinde çeşitli ağaç koruyucuları kullanılarak bazı testlere tabii tutulmuştur. Sonuç olarak Endonezya daki çam Ağaçlarının CCA dan başka koruyucularında koruduğu tespit edilmiştir. CCA'nın verdiği performansı diğer koruyucularında verdiği görülmüştür [29].

ALTINOK(1998), sarıçam, doğu kayını ve meşe odunlarından hazırlanan deney örneklerini P.V.A.c tutkalı ile yapıştırdıktan sonra çekme deneyi uygulanmıştır. Sonuç olarak, en yüksek yapışma direncini; kayında daha sonra sırasıyla meşe ve çamda elde etmiştir [30].

Ahşap ve imalatında yatay ve düşey taşıyıcı olarak kullanılan lamine ahşap elemanda eğilme, basınç ve katmanlar (lameller) arasındaki yapışma dirençlerinin performansları araştırılmıştır. Bu amaçla deney numunelerinin hazırlanmasında sarıçam (*Pinus sylvestris L*) ve Rus çamı (*Pinus sibirica*) ve yapıştırıcı olarak Klebit 303 tutkalı kullanılmıştır. Gerçek boyutlarda hazırlanan dört katmanlı numunelere DIN 52185 esaslarına göre basınç deneyi, altı katmanlı numunelere DIN 52186 esaslarına göre eğilme deneyi ve iki katmandan hazırlanan numunelere DIN 53255 ve EN 205 esaslarına göre çekme deneyi uygulanmıştır. Denemeler sonunda, en yüksek eğilme ve basınç direnci sarıçamda, yapışma direnci ise Rus çamında elde edilmiştir [31].

Polivinilasetat (P.V.A.c), üre-formaldehit (U.F.), poliüretan (P,U.), tutkallarının ve bu tutkalların boraks ile karışımının İç Ege Bölgesi'nde yetişen kestane odununun yapışma direncine etkileri incelenmiştir. Bu amaçla, İç Ege Bölgesi'nde Simav Yöresi'nde yetişen kestane odunundan hazırlanan deney örnekleri polivinilasetat (P.V.A.c), üre- formaldehit (U,F), Poliüretan(P,U,), tutkalları ve P,V,A,c + %5 Boraks, U,F, + %5 Boraks, P.U. + %5 boraks karışımlarıyla elde edilen tutkallarla yapıştırılmıştır. Hazırlanan deney örnekleri DIN 53255 esaslarına göre çekme direnci deneyine tabi tutulmuştur. Sonuç olarak; en yüksek yapışma direnci U.F. tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde 8.59 N/mm², en düşük yapışma direnci ise modifiye edilmiş P,U, + %5 Boraks tutkalı ile yapıştırılmış örneklerde 2.50 N/mm² olarak elde edilmiştir [30].

SÖNMEZ vd. (1997), tanalith CBC dolu hücre metoduna göre emprenye edilen sarıçam odunlarından elde edilen örnekleri Desmodur- VTKA tutkalı ile yapıştırmış, çekme deneyi sonuçlarına göre; yapışma direncinin emprenye edilmiş örneklerde azaldığını bildirmişlerdir [30].

LAUFENBERG (1982) de, açık hava koşullarının lamine elemanların performansı üzerine etkilerinin belirlenmesiyle ilgili yaptığı çalışmada, göknar ağacı ve Fenol-resorsin tutkalı ile masif- masif, kaplama- masif ve kaplama- kaplama laminasyonu yaparak makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme direncini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, farklı bir ortamın etkisinde bırakılmayan numunelerde tutkal hattına dik çekme direnci en yüksek masif-masif (16 kgf/cm²) numunelerde, daha sonra masif-kaplama (9,7 kgf/cm²) ve en düşük olarak da kaplama-kaplama (7,7 kgf/cm²) numunelerde belirlemiştir. Suda yatırılan numunelerde en

fazla direnç azalmasının masif-masif numunelerde olduğunu (%50), fakat bu değerin normal şartlarda elde edilen kaplama-kaplama değerine çok yakın olduğu diğer numunelerde ise yaş ve kuru ortam direnç değerleri arasında fark olmadığını saptamıştır. 20 °C ± 2 sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nemde yapılan makaslama direnci deneyinde masif-masif numunelerinin direncinin soyma kaplama-soyma kaplama numunelerden % 44 daha fazla olduğunu, farklı ortamların etkisinde bırakılan (suda yatırma- vakum, basınç, kurutma) numunelerde ise % 10–15 oranında direnç azalması meydana geldiğini belirlemiştir. Değişik iklim koşullarının etkisiyle masif-masif numunelerde tutkal katında meydana gelen deformasyonun soyma-kaplama numunelerden daha fazla olduğunu gözlemlemiştir [7].

Lamine edilmiş karaçam (*Pinus nigra* var. *pallasiana*) ağaç malzeme-de tutkal hattına dik ve paralel yıllık halka düzenlerinin odunun eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkilerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada karaçam odunlarından PVAc-D4 tutkalı ile tutkal hattına dik RRRRR (LD-5R), tutkal hattına dik RTRTR (LDRTR), tutkal hattına paralel RRRRR (LP-5R), tutkal hattına paralel RTRTR (LP-RTR), tutkal hattına dik TTTTT (LD-5T), tutkal hattına dik TRTRT (LD-TRT), tutkal hattına paralel TTTTT (LP-5T), tutkal hattına paralel TRTRT (LP-TRT) yıllık halka düzenlerinde beş katmanlı olarak hazırlanan lamine ağaç malzemelerin eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü TS 2474 ve TS 2478 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Sonuç olarak, lamine ağaç malzemedeki farklı yıllık halka düzenlerinin ve kuvvetin tutkal hattına etki yönünün eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü yıllık halka düzeni bakımından en yüksek LD-5T’de, kuvvetin tesir yönü bakımından tutkal hattına dik yönde paralel yönden yüksek çıkmıştır. Buna göre, eğilme direnci ve elastiklik modülünün yüksek olması istenen kullanım yerlerinde LD-5T yıllık halka düzeninde hazırlanmış lamine ağaç malzemelerin kullanılması avantaj sağlayabilir[32].

Masif ağaç malzemeye göre, estetik, ekonomik ve teknolojik özellikleri bakımından daha üstün olan lamine ağaç malzemelerin mobilya üretiminde özellikle dolap, masa, sandalye, raf, ve döşemeli mobilyaların mukavemet gerektiren iskelet elemanlarında tercih edilmesi önerilmiştir [33].

Janoviak-Kessler-Manbeck-Blankenhorn ve Labosky (1994)Lamine edilmiş meşe ve akça ağacın liflere paralel basınç direncinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, akça ağaçta 4 katlı laminasyon, meşede ise 3 katlı laminasyon uygulanmışlar ve lamine katlarda herhangi bir boy birleştirme uygulamamışlardır. Yapıştırma, meşe numunelerde Fenol Resorsin formaldehit, akça ağaç numunelerde ise resorsin tutkalı kullanılmıştır. Araştırma

sonucunda, Meşede 453 kgf/cm^2 , akça ağaçta ise 434 kgf/cm^2 basınç direnci elde edilmiş ve bu değerlerin yapı standartlarındaki kabul edilebilir değerlerle uyum sağladığını belirlemişlerdir [7].

Demetçi(1991), çam göknar, kayın, meşe ve Akçaağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılmasıyla elde edilen ağaç malzemedeki tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarıma direncinde önemli olduğu belirlenmiştir[34].

Wolf and Moody (1979), Lamine katlarda bulunan budak sayısı, budak çapı ve iki budak arası mesafenin üretilen malzemenin mekanik özelliklerini etkilediğini, iki budak arası mesafenin en az 9 cm olması gerektiğini bildirmişlerdir[35].

Hava şartlarına, kimyasallara dayanıklılık bakımından en yüksek notu tekrar ahşap almıştır. İngiliz Standartlarına göre elektrik ve telekomünikasyon hatlarında kullanılan ahşap direklerin hizmet ömürleri 50, su soğutma kulelerinde kullanılan ahşap dolguların 30, ahşap karayolu köprülerinin ise 50 yıldır. Bu alanlarda beton ve çeliğin ömrü yukarıdaki rakamların yarısına erişebilmektedir[36].

1.2. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; Protim 230WR ve Tanalith-C ile muamele edilmiş Karaçam (*pinus nigra*) ve kayın (*Fagus orientalis Lipsky*) örnekleri ile Polivinilasetat, Poliüretan Tutkalı ile Lamine edilmiş sarıçam (*pinus sylvestris*) odununun açık hava koşullarına dayanıklılığını, testler ile belirlemeye yöneliktir.

2 LAMİNASYON TEKNİĞİ

Ağaç lamine elemanlar iki ya da daha fazla katın tutkallanarak ve katların lif yönleri birbirine paralel ya da dik gelecek şekilde birleştirilmesi ile elde edilir. Eğer, üretilen ahşap lamine kavisli ise katların lif yönlerinin paralel olarak uygulanması zorunluluğu vardır. Laminasyonda, farklı ağaç türü, değişken kat sayısı, farklı boyut, şekil ve kat kalınlıkları uygulanabilmektedir.

Laminasyon tekniği dünyada ilk olarak 1893 yılında İsviçre’de kilise direklerinde uygulanmıştır. Daha sonra ABD’de Forest Product Laboratory (F.P.L) tarafından inşaat sektöründe denenmiştir. Daha sonraki yıllarda okul inşaatlarında, yüzme havuzlarında, fabrika binalarında hangarlarda ve çiftliklerde uygulanmıştır. 1975’ten sonra ise kullanım alanı hızla artmış, özellikle form mobilya üretiminde yoğun olarak uygulanmıştır[37].

Ağaç lamine elemanlar kullanılan kat kalınlıklarına göre farklı şekilde adlandırılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan büyük boyutlu lamine ağacın (kiriş, kolon, kemer v.b.) üretiminde 25.4 mm ile 50.8 mm arasındaki kalınlıklarda masif ağaç malzeme kullanılmakta ve bu özellikteki lamine ağaç malzeme "GLULAM" (Glued laminated Timber) olarak adlandırılmaktadır.

Stevens-Turner(1970) mobilya endüstrisinde uygulanan küçük boyutlu ağaç lamine elemanlarının üretiminde ise uygulanan forma göre en fazla 3.2 mm kat kalınlığında ağaç kaplama kullanılmakta ve bu tür ahşap lamine elemanları LVL (Laminated Veneer Lumber) olarak atlandırılmaktadır.

Uluşınar (1998), Küçük boyutlu laminasyon uygulamaları ilk olarak kontrplak üretiminde uygulanmıştır. Daha sonra spor malzemeleri, (tenis raketi, golf sopası, kayak takımı) üretiminde kullanılmıştır. Kuzey Avrupa ülkelerinde 1960’lı yılların sonlarına doğru mobilya (koltuk, sandalye, sehpa, televizyon kabini vb.) üretimine başlanmış, 1975’ten sonra özellikle form mobilya üretiminde yoğun şekilde uygulanmıştır[37].

Lamine yapılacak parçaların yüzeyine tutkal sürüldükten sonra, birleştirilen parçalara preste basınç uygulanana kadar geçen süreye birleştirme süresi denir. Tutkal sürülen parçaların üst üste konulmasına kadar geçen süre açık bekletme, üst üste konulan parçalara pres basıncı uygulanana kadar geçen süreye de kapalı bekletme süresi denir. Açık ve kapalı bekletme süresi tutkal tipine ve sertleşme süresine, mevsime, üretimin yapıldığı tesisin coğrafi mevkiine, tutkalın viskozitesine, ortamın sıcaklığına ve ağaç malzemenin yüzey yapısına göre farklılık göstermektedir[7].

Lamine edilmiş ağaç malzemelerin biçim değişimleri oluşmaması için lamine katların düzenlenmesinde, yıllık halkaların konumuna dikkat etmek gerekmektedir. Bunun sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır. Ağaç türlerine göre daralma miktarları, yıllık halkalara teğet yönde % 3,5–15, radyal yönde % 2,4–11, liflere paralel yönde % 0,1-0,9 arasında değişir.

Lamine elemanı oluşturan katlar arasındaki rutubet farkı TS EN 386 ve DIN 68140'a (Anonim 1998) göre %4'ü aşmamalıdır. Aksi halde, farklı çalışma şartları sonucu oluşan gerilmeler liflere dik yöndeki çekme direncini aşarak çatlamalara sebep olabilir[14].

Lamine elemanların üretiminde kullanılacak olan ağaç malzemenin rutubet miktarı, son ürünün kullanılacağı ortama göre belirlenmelidir. Eğer lamine eleman açık ortamda kullanılacaksa ağaç malzemenin rutubeti % 12-15, kuru ortamda kullanılacaksa % 12'yi geçmemelidir.

Lamine elemanı oluşturan katlar arasındaki rutubet farkı Pr EN 386'ya göre % 4'ten, ANSI A 190.1'e göre % 5'ten fazla olmamalıdır. TS EN 386 ve DIN 68140'a göre ise % 4'ü aşmamalıdır. Aksi halde farklı çalışma şartları sonucu oluşan gerilmeler liflere dik yöndeki çekme direncini aşarak çatlamalara sebep olacaktır. Yine TS EN 386'ya göre laminasyon işleminin yapıldığı ortamın sıcaklığının en az 15°C, bağıl nemi ise % 40-70 arasında olmalıdır[15].

Laminasyon işlerinde kullanılan odunun yapısı, yüzey pürüzlülüğü, pres basıncı, presleme süresi, ve kullanılan tutkalın teknik özellikleri odunun yapışma mukavemeti üzerinde etkilidir. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak oduna göre belirlenir[39]. Dilik tarafından yapılan araştırmaya göre pres basınçlarının yumuşak ağaçlarda 0.6–1 N/mm², sert ağaçlarda ise 0.2–1.6 N/mm² arasında olmalıdır[40].

2.1. Laminasyon Tekniğinin Avantaj Ve Dezavantajları

Laminasyon tekniğinin avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

2.1.1. Avantajları

a-Masif ahşaptan üretilecek elemanların boyutlarının sınırlı olmasına karşın Laminasyon sistemi ile büyük boyutlu ürünler üretmek mümkündür. En ve boy birleştirme yöntemlerinin uygulanması ile küçük parçalar değerlendirilerek fire oranı azalmaktadır.

b- Laminasyon sistemi ile ağaç malzemeyi bünyesindeki kusurlardan arındırarak daha verimli kullanmak mümkündür.

- c- Her türlü iç dekorasyonda, mimari işlerde, istenilen formda çalışma imkanı sağlar.
- d- Düşük direnç özelliği gösteren ağaç malzemenin yapısal bütünlüğünü bozmadan daha az dirençli laminasyonlar için kullanılmasını sağlar.
- e- Laminasyon sisteminde farklı kalınlık ve renkte ağaç malzemenin kullanılmasıyla daha estetik malzeme üretimi mümkün olmaktadır.
- f- Laminasyon sistemiyle elde edilen malzeme, ağaç malzemenin katları arasında kullanılan tutkalın su itici özelliğinden dolayı, masif ahşaba göre daha az çalışır.
- h- İnce katlar kullanarak bükülme özellikleri iyi olmayan ağaç türleri ile dahi çok küçük yarıçaplarda eğri formlu ürün üretilmektedir.
- I- Yapısal elemanların tasarımında, yüke bağlı olarak kesit alanında farklı kesitlerde çalışma olanağı sağlar[37].
- j- Laminasyon sistemiyle elde edilen malzemenin yangına karşı dayanıklılığı oldukça yüksek bulunmaktadır. Yapıştırılmış tabakalı ağaç yapı malzemesinin yalnız dış tabakaları yanarak kömürleşmekte geri kalan kısımları taşıma yeteneğini koruyabilmektedir[41].

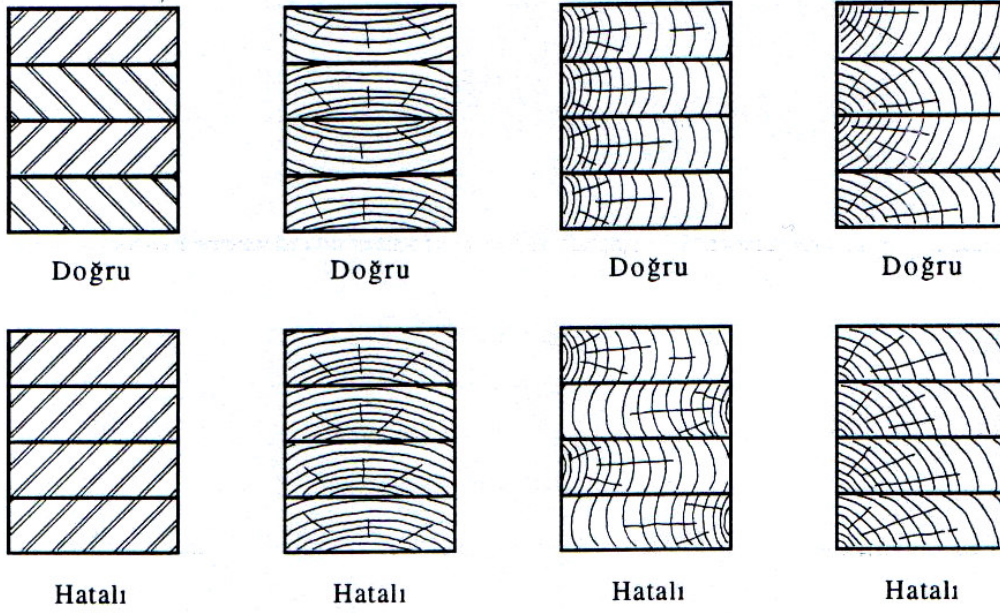
2.1.2 Dezavantajları

- a-Ahşabın tutkallanmaya hazırlanması ve tutkallanması ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti ortaya çıkarır.
- b-Lamine elemanların direnci yapıştırmada kullanılan tutkalın kalitesine doğrudan bağlıdır. Kaliteli tutkal ise maliyeti arttırır[37]
- c- Tabakalı ağaç malzemenin mukavemeti tutkallanmış ek yerlerinin kalitesine bağlıdır. Bu nedenle yapıştırılmış ağaç malzeme elde edilmesinde özel araçlar ve gereçlere, fabrika imkânlarına ve yapımında ustalık ve maharete gerek vardır[41]
- d- Yüksek kalitede yapıştırılmış tabakalı ağaç malzeme elde etmek için imalatın her bir safhasında daha büyük bir dikkate lüzum hissedilmektedir[41]
- e- Lamine edilecek ağaç malzemenin üretilmesinde, katlar arasındaki rutubet farkından dolayı oluşabilecek sakıncalardan korunabilmek için, kullanılan tüm katlar arasında rutubet eşitliği sağlanmalıdır. Bu sebepten dolayı kurulacak kurutma tesisi ek maliyet getirir yada zaman kaybına neden olur[37]

2.2 Laminasyonda Katların Düzenlenmesi

Lamine edilmiş masif ağaç malzemede biçim değiştirmelerin olmaması için lamine katlarının düzenlenmesinde, yıllık halkaların konumuna dikkat etmek gerekmektedir. Bunu sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır.

Lamine katların düzenlenmesinde farklı çalışma sonucu ortaya çıkan gerilmeleri dengeleyecek kat düzenlemesi yapılmalıdır. Aksi takdirde düzeltilemeyen biçim değişimleri meydana gelebilir. Bu maksatla yapılacak kat düzenlemesi Şekil 2,1’de verilmiştir.



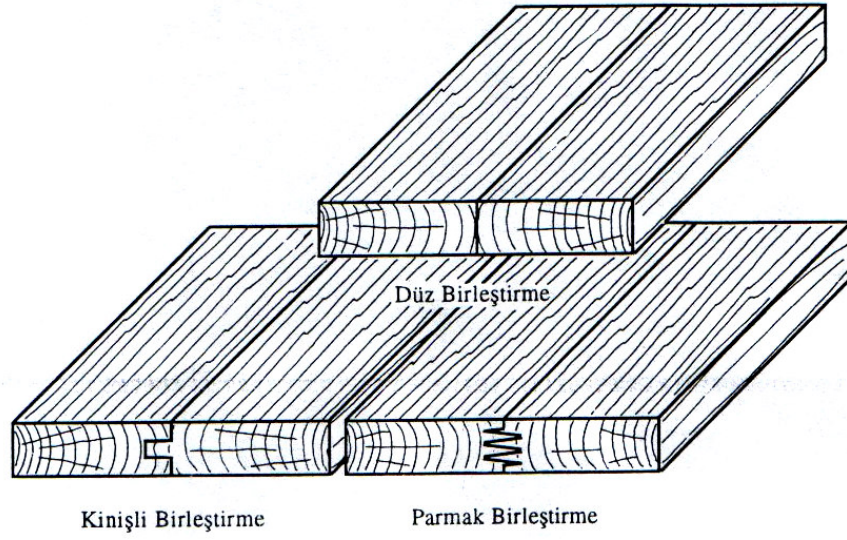
Şekil 2.1 Laminasyonda katların Düzenlenmesi (38)

2.3 Laminasyonda Uygulanan Birleştirmeler

Laminasyonda kullanılan ağaç malzemelerin fire oranını düşürmek ve gerekli lamel boylarını elde etmek için, lamine elamanını meydana getiren katlarda en ve boy birleştirmeleri yapılması gerekir.

2.3.1 En birleştirmeler

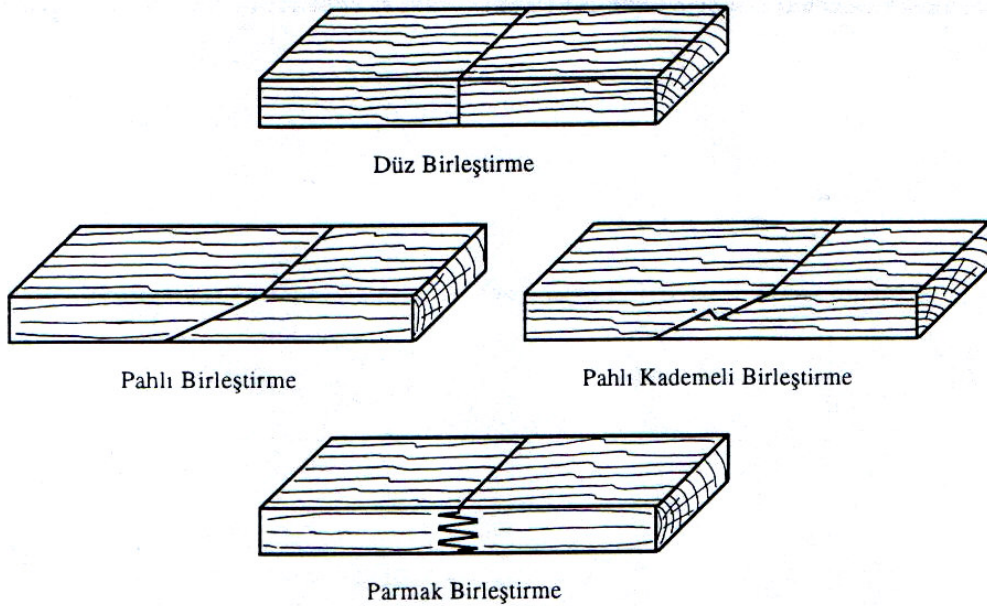
Laminasyonda düz, kınışlı ve parmak birleştirmeler kullanılmaktadır. Seri üretime uygunluğu nedeni ile uygulamada parmak birleştirmeler tercih edilmektedir. Şekil 2.2’de Laminasyonda kullanılan en birleştirme şekilleri verilmiştir.



Şekil 2.2 Laminasyonda kullanılan en birleştirme şekilleri(Marra,1992)[38]

2.3.2. Boy birleştirmeler

Laminasyondaki boyuna eklemede, düz, pahlı ve parmak birleştirmeler kullanılmaktadır. Şekil 2.3’de laminasyonda kullanılan boy birleştirmeler verilmiştir.



Şekil 2.3 Laminasyonda kullanılan boy birleştirme şekilleri(Trada,1992) [38]

Doğrama imalatında kullanılan kama dişi (parmak) birleştirmelerde diş boyu 10-20mm, taşıyıcı elemanların imalatında ise 20-30 mm alındığında zayıflama derecesi azalmakta odun kaybı minimuma inmektedir.

Frina (1983), Pahlı boylu birleştirmelerde, pah birleşme uzunluğu parça kalınlığının 8-12 katı olması durumunda en yüksek verim elde edilmektedir[38].

2.4 Laminasyonda Ağaç Malzeme Seçimi

Lamine masif ağaç malzeme üretiminde kullanılacak ağaç malzemenin seçiminde dikkat edilmesi gereken hususlar şunlardır:

- Tanenli ve reçineli odun, tutkalın yapışma gücünü azaltacağından üretilen lamine malzemenin mekanik özelliklerini olumsuz etkilemektedir.
- Laminasyon için seçilen ağaç türünün hafif olması istenir. Taşıyıcı ahşap elemanlar (kiriş, kolan vb.) büyük boyutlu olduğundan TS 3842'ye göre bu maksatla; karaçam, sarıçam, göknar ve ladin odunlarından kullanılması önerilmektedir.
- Üretimin aksamaması için seçilen ağaç türü, bol ve kolayca temin edilebilmelidir.
- Kavisli lamine ağaç malzeme üretimi için bükülebilme özelliği iyi olan ağaç türleri seçilmelidir.

Genel olarak ağaç türlerinin bükülebilme özellikleri farklı olup, sert odunlu yapraklı ağaçlar, iğne yapraklılara göre daha iyi bükülebilme özelliğine sahiptir. Karaağaç, kayın, dişbudak, meşe, kestane, huş, akasya, Akçaağaç, kiraz ve fındık bükülme özellikleri bakımından en elverişli olanlarıdır[42].

2.5. Laminasyonda Asgari Üretim Şartları

TS EN 386'ya göre, lamine elemanların üretildiği ortamın sıcaklığı en az 15 °C ve bağıl nemi ise % 40-75 arasında olmalıdır.

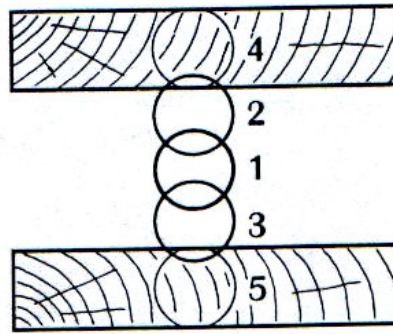
En ve boy birleştirme uygulanmış parçaların ek yerleri, birbirini takip eden katlarda üst üste gelmemeli ve mümkün olduğunca şaşırtmalı olarak düzenlenmelidir. DIN 1052 ve DIN 68140'a göre; birbirini takip eden katlarda iki birleşme arasındaki uzaklık ≥ 300 mm olmalıdır. Lamine elemanı oluşturan katlar arasında rutubet farkı % 4'den fazla olmamalıdır.

Yapıştırıcı üreticisinin tavsiyelerine uygun olarak, yapıştırıcı düzgün dağılımlı ve yeterli miktarda sürülmelidir. Bu miktar kullanılan yapıştırıcının özelliklerine göre 120-200 g/m² arasında değişmektedir. Sıkıştırma üniform ve emniyetli olarak yayacak şekilde yapışma hattı

üzerinde uygulanmalıdır. Pres basıncı, kullanılan yapıştırıcı ve ağaç türüne göre 0,6-1,2 N/mm² arasında değişmektedir (TS EN 386)[38].

2.6. Yapışma Teorisi

Tutkallar, iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan maddelerdir. Sertleşmiş bir tutkal katmanı her biri birleştirmenin performansında önemli rol oynayan, 5 farklı halkadan meydana gelmektedir. Yapıştırıcı katmanın yapısı Şekil 2.4'te görüldüğü gibidir.



Şekil 2.4. Yapıştırıcı katmanın yapısı

Birinci halka, yapıştırılacak ağaç malzemelerden bağımsız olup yapıştırıcı filmini gösterir. Bu halkanın mukavemeti, tamamıyla yapıştırıcının yapısal özelliklerine bağlı olup, kohezyon kuvveti ile açıklanmaktadır. Bütün maddeler gibi, yapıştırıcılar da gerek sıvı gerekse katı durumda olsun, kendi molekülleri arasında elektromanyetik kurallara bağlı olarak belli bir çekim kuvvetine sahiptir. Katı ve sıvı maddelerin kendi molekülleri arasındaki bu çekim kuvvetine kohezyon kuvveti denir. Kohezyon kuvveti, bir anlamda malzemenin mekanik özelliklerini belirler. Kohezyon kuvvetinin büyüklüğü ise yapıştırıcının kimyasal yapısına bağlı olup ortalama %30'dan fazla dolgu maddesi kullanılması kohezyon kuvvetini olumsuz yönde etkiler. Tutkal katmanında hapsedilen hava veya buhar miktarı da, bu halkanın mukavemetini önemli miktarda azaltmaktadır.[7].

Yeterli miktarda yapıştırıcı kullanılmayan birleştirmelerde, 1. halka kısmen ya da tamamen yoktur. 2. ve 3. halkalar, yapıştırıcı birleşimi yapılacak ağaç malzeme yüzeyleri arasında oluşturulması gereken bağı göstermektedir. İki maddenin yüzey molekülleri arasındaki atomik çekim kuvvetine adhezyon kuvveti denir. Yapıştırma işleminde mekanik adhezyon ve spesifik adhezyon olmak üzere iki adhezyon kuvveti etkilidir. Akışkanlığa bağlı olarak, yapıştırıcının ağaç malzeme içerisine nüfuz edip sertleşmesiyle oluşan bağ sonucu elektrostatik

kurallara bağı atomik çekim kuvvetine spesifik adhezyon denilmektedir. Asıl yapışmayı gerçekleştiren ve yeterli direnci sağlayan spesifik adezyondur. 4. ve 5. halkalar, yapıştırılacak ağaç malzemenin özelliğine bağı olarak gelişir. Yapıştırılacak ağaç malzemenin kendi molekülleri arasında oluşturduğu bağı kohezyon denir.

Birleştirmenin başarısı, tutkalın ağaç malzeme yüzeyini ıslatabilme, hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağıdır. Tutkal katmanı oluşumundaki son aşama tutkalın sertleşmesidir[38].

2.7. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler

Ağaç malzemede yapışma direncini; odun yapısı, yüzey düzgünlüğü ve yapısı, pres basıncı, pres süresi ve kullanılan tutkalın özellikleri etkilemektedir.

2.7.1. Odun yapısı

Dağınık traheli ağaç odunları, halkalı trahelilerden farklı yapışma özellikleri göstermektedir. İlkbahar ve yaz odunlarının yıllık halka içindeki katılım oranı (tekstür) ile diri ve öz odun miktarı tutkal hattı dayanımında etkilidir. Diğer taraftan tutkallanma diri odun ve ilkbahar odununda genellikle daha kolay, odun yoğunluğu arttıkça daha zor olmaktadır[38].

2.7.2. Yüzey yapısı ve düzgünlüğü

Kuvvetli bir yapışma için, ahşap yüzeyinin keskin kesicilerle düzgün bir şekilde işlenmesi, tutkalın bütün yüzeye eşit miktarda sürüldükten sonra, birbirine kapatılan ahşap elemanların üzerine düzgün dağılımlı bir kuvvet uygulanması gerekir. Tutkal sürülecek yüzeylerde makine izleri, ezilme, yanma, dalgalı yüzey vb. işlem kusurları olmamalıdır. Önceleri iyi bir yapıştırma olması için, ahşap yüzeylerinin dişli rende ile çizilmesi gerektiğine veya iri tanecikli zımpara ile zımparalanması gerektiğine inanılırdı. Ancak orman ürünleri laboratuvarında yapılan araştırmalarda düz ve pürüzsüz yüzeylerin yapıştırılmasının çizilmiş yüzeylerin yapıştırılmasından daha iyi netice verdiği görülmüştür.

İyi bir yapıştırmanın yapılmasında, ağaç malzeme yüzey yapısının önemli etkisi vardır. Tutkal sürülecek yüzeylerde, makine izleri, herhangi bir darbeden dolayı ezilme, bıçakların kör olması nedeni ile yanma, dalgalı yüzey vb. gibi işleme kusurları olmamalıdır. Ayrıca tutkallama yüzeyinde bulunan ekstraktif maddeler ve yağ gibi diğer artıklar yapışma dayanımını olumsuz yönde etkileyebilmektedir.

Ağaç malzemenin bünyesinde içerdiği ekstraktif maddeler yapışma direncini azaltmaktadır. Bu tür ağaçlar, yapıştırmadan önce, özel işlemlerden geçirilmeli ve soğuk olarak

preslenmelidir. Sıcak olarak preslendikleri zaman, ekstraktif maddeler, sıcaklığın etkisi ile yüzeye çıkmakta ve yüzeyin yapışma dayanımını azaltmaktadır[30].

2.7.3 Pres basıncının ve presleme süresinin yapıştırma dayanımı üzerine etkisi

Basınç, yapıştırılacak iki parçanın, iyi adezyon sağlaması için gereklidir. Basınç, tutkalın yapıştırılan tam temasını sağlarken, ince bir katman oluşturmaya da yardımcı olur. Ayrıca, tutkalın açık hücre boşluklarına girmesini ve tutkal sertleşene kadar birleştirilecek iki ağaç malzemenin aynı pozisyonda tutulmasını sağlar. Uygulanan basınç, sıkılacak parçanın her noktasında eşit miktarda olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturulacak şekilde ayarlanmalıdır.

Soğuk preslemede uygulanan pres süresi tutkal çeşidine ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir. Sıcak preslemede ise tutkalın çeşidinden başka, uygulanan sıcaklık ve preslenecek parça kalınlığı da presleme süresini etkilemektedir. Sıcak presleme süresinin hesaplanmasında, tutkalın sertleşme süresine orta tabakaya kadar her 1 mm kalınlık için 1 dakika ilave edilmektedir. Pres süresinin bu şekilde hesaplanması 12 mm kalınlığındaki levhalarda iyi sonuç vermektedir[38].

Pres basıncı, öncelikle ağacın cinsine (yumuşak veya sert ağaç), elastikiyetine, sertliğine, üst yüzeylerin özeliğine, iç tabakanın ölçü tamlığına ve yapısına bağlıdır. Aynı tabaka içinde değişik ağaç türlerinin kullanılmasında, pres basıncı yumuşak ağaca göre belirlenir [30]. Ağaç cinsine göre pres basıncına ait değerler çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Ağaç cinslerine göre pres basıncı [30]

Ağaç Cinsi	Pres Basıncı (N/mm ²)
Çam	0,4
Yumuşak Ağaçlar	0,8-1
Sert Ağaçlar	1,2-1,6
Kontrplaklar	0,8-1,2

Prens basıncı, sarıçam (*pinus sylvestries* L.), kızılçam (*pinus brutia* ten) ve karaçam (*pinus nigra* var. *pallasinia*)'da 0,4-0,6 N/mm² arasında olmalıdır[32].

2.7.4. Kullanılan tutkalın özellikleri

Yapıştırma için kullanılan tutkalın, fiziksel veya kimyasal özellikte olması yapıştırma işleminde etkilidir. Kimyasal sertleşme yapan tutkalların mekanik özellikleri, fiziksel sertleşme yapan tutkallara göre daha yüksektir. Yüzeyi düzgün olmayan ağaç malzemelerin tutkalanmasında, kimyasal sertleşmeli tutkallar daha güçlü yapıştırma sağlamaktadır. Bu tutkallar, fiziksel sertleşmeli tutkallara göre, rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır. Tutkal seçimi yapılırken nerede ve nasıl kullanılacağı belirlendikten sonra uygun tutkal seçimi yapılmalıdır.

Asit etkili tutkallar metallerle temas ettiği zaman rengi koyulaşmakta ve dolayısı ile ağaç malzemenin rengini değiştirmektedir. Bundan dolayı, asit etkili tutkalların depolanması ve hazırlanmasında plastik, cam, seramik ve paslanmaz çelikten yapılmış kaplar kullanılmaktadır.

Laminasyonda formaldehit oranı fazla tutkallar kullanıldığında tutkalın sertleşme süresi kısalmakta ancak, üretim sırasında ve üretim sonrasında formaldehid çıkışı nedeniyle çevre ve insan sağlığına zararlı olmaktadır. Bu zararlı etkiler, presleme ve kullanım sırasında ayrışan formaldehid, zımparalama işleminde ortaya çıkan odun tozları, özellikle fenol formaldehid tutkalı kullanılması halinde ortaya çıkan folik asit ve asetik asidin sebep olduğu olumsuz etkilerdir. Ayrışan formaldehid miktarına bağlı olarak, insanlarda göz yaşarması, boğazlarda yanma, nefes darlığı ve alerjik deri rahatsızlıkları meydana gelmektedir[30,38].

2.7.5. Nem

Ahşap malzemenin yapıştırılmasında, bünyesinde bulunan nem miktarı, önemli bir faktördür. İdeal bir yapıştırma için, optimum nem miktarı % 6-12 arasında olmalıdır. Nem miktarının % 6'nın altına düşmesi esnasında, ahşap yüzeyi yapıştırıcının çözücüsünü daha çabuk emeceğinden, yapıştırıcının açık süresi kısalmış ve erken katılaşma olur. Bunu önlemek için, ahşap yüzeyini buharlamak veya tutkal şerbeti ile ön ıslatma yapmak gerekir. Nem miktarının % 12'nin üzerine çıkması halinde ise, ahşap yüzey, yapıştırıcıyı daha yavaş emeceğinden, tutkalın sertleşmesi buna bağlı olarak da, pres süresinin uzamasına neden olur.

Yapışma anındaki ağaç malzemenin nemi, tutkallı birleştirmenin en son dayanımı üzerinde etkili olmaktadır. Birleştirmelerden sonra iki parçanın nem miktarı arasındaki fark büyük olduğunda, ağaç malzemeler farklı şekillerde çalışacaktır. Bu da tutkal katında gerilmelere neden olacağından, tutkal katında zayıflama ve parça boyutlarında şekil değişimleri meydana gelecektir.

Laminasyonda kullanılan katlar arasındaki nem farkı, % 4'ten daha fazla olmamalıdır. Eğer ağaç malzemeye herhangi bir koruyucu uygulanmamış ise kullanılacak ağaç malzeme nemleri % 8–15 arasında olmalıdır[30].

2.7.6. Sürülen tutkalın katman kalınlığı

Yapıştırılacak iki yüzey arasına sürülen yapıştırıcı, fiziksel veya kimyasal olarak sertleşmesi esnasında, elastik ve plastik özelliğinde değişime uğrayarak, yeni bir bünye kazanır. Kolay kırılğan ve gevrek bir katman olarak ortaya çıkar. İdeal bir yapıştırıcı katman kalınlığı 30 µ olarak ileri sürülmektedir.

Yapıştırmada ideal tutkal katı kalınlığını elde edebilmek için minimum 120 g/m² yüksek frekansla tutkallamada ise minimum 200 g/m² tutkal kullanılmalıdır.

Tutkal katı kalınlığı azaldıkça, birleştirmenin dayanımının yükseldiği kabul edilir. Ancak, tutkallanacak yüzeyler arasında sürekli bir tutkal katmanı oluşturması için en uygun miktarda tutkal kullanıldığı zaman optimum tutkallama şartlarının sağlanması gerekir.

Ağaç malzemenin yüzeyine yetersiz tutkal uygulanması zayıf bir birleştirmeye neden olabileceği gibi, tutkal katı uygulanmış parçaya yüksek basınç uygulandığında mekanik adezyon azalmakta ve zayıf bir birleştirme meydana gelmektedir[30].

2.8 Tutkalın Ağaç Malzemeye Sürülmesi

Üretici firmaların tavsiyelerine göre hazırlanan tutkalın, ağaç malzemenin yüzeyine uygulanması, değişik yöntemlerle yapılmaktadır. Küçük boyutlu ve eğri formlu yüzeylerde fırça, büyük boyutlu ve düzgün yüzeyli parçalarda ise, el merdaneleri ya da çift merdaneli tutkal sürme makinelerinin kullanılması oldukça uygun bir yöntemdir.

Tutkal sürmede esas olan, tutkalın yüzeye homojen bir şekilde dağıtılmasıdır. Yüzeye sürülecek olan tutkal miktarı, tutkalın çeşidine, yüzey pürüzlülüğüne, ağaç malzemenin cinsine, ortamın sıcaklığına ve bağıl nemine, tutkal sürüldükten sonra prese verilecek zamana göre değişmektedir. Lamine elemanların üretimi esnasında ortamın sıcaklığı en az 15 °C, bağıl nemi ise % 40–75 arasında olmalıdır[30].

2.9 Lamine Elemanların Emprenye Edilmesi

Lamine elemanların emprenyesinde iki yöntem uygulanmaktadır. Birinci yöntem; Lamine elemanı oluşturan tahtaların tutkal ile birleştirilmeden önce emprenye edilmesi, ikinci yöntem ise bitmiş ürünün emprenye edilmesidir. Son şeklini almış büyük boyutlu lamine

taşıyıcıların, teknik olarak emprenye edilmesi hemen hemen imkânsızdır. Bundan dolayı, bitmiş lamine taşıyıcılar fırça yâda püskürtme yöntemiyle emprenye edilmektedir[7].

3. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ

Emprenye; ağaç malzemenin, çevre, iklim şartları (rutubet, su, mantar, böcek v.s.) gibi çürüme sonucu hizmet dışı kalmasına neden olan faktörlere karşı çeşitli kimyevi maddeler kullanılarak belirli teknoloji ile korunmasıdır. Dünya’da ve Türkiye’de orman varlığı hızla azalmakta ve buna paralel olarak da ağaç malzemenin verimli ve uzun ömürlü olarak kullanımı çok büyük önem kazanmaktadır. Ağaç malzemenin uzun ömürlü olarak kullanımının en önemli yöntemlerinden biri ise emprenyedir [40].

Emprenye işlemi için değişik metotlar mevcut ise de, bunlar içinde emprenye maddesinin azami derinliğe nüfuz etmesini ve dolayısıyla çok uzun süre ağaç malzemenin korunmasını sağlayan kazanda vakum-basınç metodu en sağlıklı ve ekonomik metoddur.

Eski çağlarda, çeşitli medeniyetlerde ağaç malzemenin korunmasında bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Örneğin Romalılarda zeytinyağı ve sedir yağı, Burmalılarda petrol yağı bu maksatla koruyucu olarak kullanılırken, Mısırlılarda ağaç malzemenin çürümesi kurutulularak engellenmiştir.

Günümüze kadar emprenye teknikleri ve maddeleri hızla gelişmiştir. Özellikle 1902 yılında birçok kullanım yerinde değerlendirilen ağaç malzemenin emprenye sinde faydalanılan, emprenye maddesinin daha ekonomik olarak sarfını sağlamak için Wassermann tarafından ilk boş hücre metodu bulunmuştur[4].

Emprenye edilmiş ağaç malzeme, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklı oluşunun yanı sıra, ekonomik ve estetik görünüşünden dolayı da önemli bir yapı malzemesidir. Telekomünikasyon direkleri, demiryolu traversleri, su soğutma kuleleri, deniz tahkimat direkleri, doğrama ve dış cephe kaplamaları, çatı malzemeleri, çit direkleri, sera malzemesi, ses bari yerleri, otoyol korkulukları, ambalaj kapları, balkon ve teraslarda kullanılan ağaç malzemeler, garaj, şehir ve bahçe düzenlemeleri gibi bir çok kullanım yerinde suda çözünen emprenye maddelerinin global olarak kullanımı son yıllarda büyük oranda artmıştır. Suda çözünen emprenye maddeleri ile emprenye edilen ağaç malzemedeki koku genellikle bir problem oluşturmamakta, emprenye işlemlerinden sonra ağaç malzemeye yüzey işlemleri uygulanabilmekte, kullanım yerlerinde ve taşıma işlemlerinde daha güvenli malzeme elde edilmektedir [8].

3.1 Türkiye’de Emprenye Endüstrisi

Türkiye’de emprenye endüstrisi ile ilgili ilk tesis, 1915 yılında Denizli Kaklık’ta Devlet demir yollarının emprenyeli travers ihtiyacını karşılamak üzere kurulmuştur. Takip eden yıllarda özel teşebbüs ülkenin çeşitli yerlerinde özellikle tel direği emprenye etmek üzere tesisler kurulmuştur. 1985 yılından itibaren binalarda dış cephe kaplamaları ve pencere doğramaları için çift vakum metodu ile çalışan küçük tesisler faaliyete geçirilmiştir.

Toplam olarak ülkemizde, küçük büyük kapasiteli olmak üzere 25 adet emprenye tesisi bulunmaktadır. Özel sektöre ait 12 adet suda çözünen tuz kullanan tesis, Devlet Demir Yolları’na ait 2 adet kreozotla emprenye yapan tesis ile ORÜS’ e ait 1 adet suda çözünen tuz kullanan tesis faaliyettedir. Ayrıca, yine özel sektöre ait Adana’da Kreozot ile çalışan ve özellikle ihracat maksadı ile tel direği emprenye eden bir tesis ile Bolu’da kreozotla çalışan 1 tesis vardır. Bunlardan başka çeşitli illerde kurulmuş 9 adet çift vakum metodu ile çalışan küçük tesis son yıllarda devreye girmiştir [40].

3.2. Genel Olarak Kullanılan Emprenye Maddeleri

Yağlı emprenye maddeleri, Organik Çözücülü Emprenye Maddeleri, Mantarların Neden Olduğu Renklenmeyi Önleyici Kimyasal Maddeler, Ardaklanmayı Önleyici Emprenye Maddeleri, Suda Çözünen Emprenye Maddeleri

3.2.1. Yağlı emprenye maddeleri

- a-Kreozot
- b-Karbolineum
- c-Maden kömürü katranı
- d-Linyit kömürü katranı
- e-Odun katranı ve katran yağı
- f-Petrol ürünleri

3.2.2. Organik çözücülü emprenye maddeleri

- a-Tribütil-tin oksit
- b-Naftenatlar
- c-Bakır 8-kinolinatlar
- d-Organik civa bileşikleri
- e-Klorlu hidrokarbonlar
- f-Pentaklorfenol

g-Sentetik piretroidler

3.2.3. Mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal maddeler

a-Boraks

b-Sodyum karbonat

c-Sodyum pentaklorfenat

3.2.4. Ardaklanmayı önleyici emprenye maddeleri

a-İmmutol B

b-Ardamaz

c-Wolmanol-Bucheshuts

d-Xylamon ASR

e-Basilleum

3.2.5. Suda çözünen emprenye maddeleri

a-CCA (Bakır/Crom/Arsenik) tipi emprenye maddeleri

b-ACC (Asit/Bakır/Kromat)tipi emprenye maddeleri

c-ACA (amonyaklı bakır arsenik)tipi emprenye maddeleri

d-ACZA (Amonyaklı bakır çinko arsenik) tipi emprenye maddeleri

e-CCB (Bakır/Krom/Bor) tipi emprenye maddeleri

f-CZC (Kromlu Çinko Klorür) tipi emprenye maddeleri

g-FCAP (Flour/Krom/Arsenik/Fenol) tipi emprenye maddeleri

h-Bor bileşikleri

ı-PAS (Pentaklorfenol/Amonyak/Solvent) tipi emprenye maddeleri

i-ACQ (Amonyaklı Bakır Quat)

Suda çözünen emprenye maddelerinin faydaları;

1-Katı veya konsantre halde taşınabilmekte ve en ucuz çözücü madde olan su ile kullanım yerinde hazırlanabilmektedir.

2-Kolayca hazırlanabilmektedir.

3-Emprenye edilen ağaç malzeme taşıma ve kullanım sırasında hoş olmayan koku ve maddeler şeklinde sorun oluşturmamaktadır.

4-Emprenye işleminden birkaç hafta sonra kuruyan malzeme yağlı boya ile boyanabilmektedir.

5-Yanmayı önleyici maddelerle kolayca kombine edilebilmektedir.

Suda çözünen emprenye maddelerinin sakıncaları;

1-Kurutulmuş malzeme emprenye edildiğinde tekrar ısıtılarak genişlemekte ve çalışma kusurları ortaya çıkmaktadır.

2-Emprenye işleminden sonra kurutma yapmak gerekmektedir.(4)

3.3. Emprenye Metotları

3.3.1 Basınç uygulayan metotlar

Basınç uygulayan yöntemler, ağaç malzemesinin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde, ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi hidrolik bir basınçla belirli bir süre içerisinde odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Başarılı bir emprenye işleminde, kısa süre içerisinde, ekonomik yoldan ağaç malzeme içerisine yeterli miktar ve derinlikte bir emprenye maddesinin verilmesi gerekmektedir. Bu da en iyi bir şekilde basınç uygulayan yöntemlerle gerçekleştirilebilmektedir. Bu metotlar genel olarak dolu ve boş hücre yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Bu metotların bazıları yalnız basınç -vakum, bazıları basınç ve bazıları da yalnızca vakum uygulanmaktadırlar.

Basınç uygulayan metotlar ağaç malzemenin emprenye sinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kg/cm² lik bir basınçla 1–6 saat süre odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir[40].

Basınç uygulayan yöntemlerin yararları:

- Emprenye maddesinin ağaç malzeme içerisine kısa zamanda, derin ve yeknesak bir şekilde geçişini sağlamaktadır. Böylece daha etkili ve güvenilir bir koruma sağlanması mümkündür.

- Ağaç malzemeye verilen emprenye maddesi miktarı istenildiği şekilde ayarlanabilmektedir.

- Her boyuttaki ağaç malzemenin emprenye edilebilme imkânı bulunmaktadır. Ayrıca iş verimi de oldukça yüksektir.

- Emprenyeden önce ağaç malzeme kurutma, buharlama gibi ön işlemlere tabi tutulabilmektedir.

Basınç uygulayan yöntemlerin sakıncaları:

- Emprenye ilk tesis ve işletme masraflarının yüksek olması,

- Emprenye tesislerini sabit tesis biçiminde olması nedeniyle geniş arazilere gereksiniminin duyulması ve emprenye malzemelerinin taşınma giderlerinin yüksekliği (Bu mahzur son zamanlarda taşınır tesisler yapılarak giderilmeye başlanmıştır)

- Kullanılan emprenye maddelerinin çokluğu nedeniyle bu tesislerin kara ve deniz ulaşım yerlerine yakın olma mecburiyetinin bulunması şeklinde söylenebilir.

- Ancak bu mahzurlar son zamanlarda azaltılabilmişlerdir.

3.3.1.1 Dolu hücre metodu

Bu metot, 1938 yılında John Bethell tarafından bulunmuştur. Hemen hemen geçen 150 yıl içinde mühendislik alanında ve teknolojide büyük gelişmeler olmasına rağmen, uygulamanın esas prensiplerinde bir değişme olmamıştır. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır[4].

Dolu hücre metodunda; Başlangıçta ağaç malzemeye 635 mm' lik bir ön vakum uygulanarak odunsu hücrelerdeki hava dışarı alınmaktadır. Uygulanan vakumun süresi ağaç türü, ağaç malzemesinin kalınlığı ve özgül ağırlığa bağlı olarak 15 dakika ile 60 dakika arasında değişmektedir. Bu şekilde ön vakum muhafaza edilerek emprenye maddesi kazana doldurmaktadır. Kazan tam olarak doldurulduktan sonra ön vakum kaldırılmakta ve basınç uygulamaya başlanmaktadır. Basınç yavaş 10–14 kp/cm² ye kadar yükseltilmektedir. Yeterli emprenye maddesi absorpsiyonu sağlanıncaya kadar basınç uygulaması devam etmektedir. Bu süre genellikle kalınlık ve ağaç türlerine bağlı olarak 1-6 cm arasında olabilmektedir. Basınç uygulamasına daha sonra son verilerek emprenye maddesi kazandan alttaki depolama kazanına alınmaktadır. Son olarak 635 mm'lik son bir vakum 10–15 dakika süre ile uygulanarak fazla emprenye maddesinin dışarı sızması önlenmektedir[40].

3.3.1.2. Boş hücre metodu

Boş hücre metotlarından en önemlileri Rüping metodu ile Lowry metodudur. Hem Rüping, hem de Lowry metotlarında uygulama, ön vakum işlemi dışında, dolu hücre metoduna benzemektedir. Bu metotlar da, emprenye maddesi sevk edilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmaktadır. Ayrıca, boş hücre metodunun uygulamasında basınç sona erdiğinde, ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunana hava yardımıyla, fazla miktarda emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler hemen hemen boş kalmakta, fakat hücre çeperleri tamamen koruma maddesi ile emprenye edilmektedir.

Bu metotların amacı, ağaç malzeme derin bir nüfuz sağlamakla birlikte kullanılan emprenye maddesi miktarını azaltmak ve masrafları daha düşük seviyede tutmaktır. Boş hücre metotları endüstriyel maksatlar için suda çözünene tuzlarla için nadiren kullanılmaktadır. Genellikle kreozot ve yağlarda çözülmüş pentaklorfenol ile uygulanmaktadır[40].

3.4 Odunun Emprenyesi İle Anatomik Yapısı Arasındaki İlişki

Ağaç malzemenin emprenye edilebilme kabiliyeti, anatomik yapısına ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak ağaçlarda büyüme ve gelişme boyuna ve enine yönde olmaktadır, gelişmenin durumuna bağlı olarak da ağaç türlerinde özel şekiller meydana gelerek oluşan odunun özellikleri değişiklik göstermektedir. Bu yüzden ahşabın emprenye edilebilme kabiliyeti üzerinde anatomik yapı önemli derecede etkili olmaktadır[14].

3.4.1 İğne yapraklı ağaçların anatomik yapısı

İğne yapraklı ağaç odunları basit yapılıdır. Ağaç boyu istikametinde uzanan boyuna traheidlerle, çap istikametinde uzanan öz ışınları odunun asli elemanlarını oluştururlar. Ayrıca yan elemanlar olarak reçine kanalları, boyuna paranzim ve enine traheidler bulunur.

Traheidler, ağaç boyu yönünde uzanan, sivri uçlu ölü hücreler olup çeperleri ligninleşmiştir. İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevi yapan hücreler boyuna traheidlerdir. Boyları uzun, çaplarının 100 katı kadar, enine kesitleri dört veya altı köşeli, uçları kapalı hücrelerdir.

İğne yapraklı ağaçlarda geçit zarının orta kısmı kalınlaşmıştır. Torus adı verilen bu kısım porusun önüne geldiğinde geçit kapanmaktadır. Margo adı verilen, kalınlaşmamış geçit zarının dış kısmı ise sıvıların bir hücreden diğerine geçebilmesi için çok küçük açıklıklara sahiptir.

Öz odun oluşumunda kenarlı geçitler kapanmakta, torus üzerine fenollü maddeler yerleşmekte, böylece emprenye maddelerinin geçişi güçleştirilmekte veya tamamen engellenmektedir. Bu nedenle öz odun, diri odundan daha az emprenye edilebilme kabiliyetine sahiptir. Ayrıca emprenye maddelerinin radyal yönde oduna nüfuz etmesi öz ışınları yolu ile olmaktadır[14].

3.4.2 Yapraklı ağaçların anatomik yapısı

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, öz ışınları, lifler ve boyuna paranzimler, yan elemanları ise yalancı öz ışınları, öz lekeleri ve tüllerdir. Traheler, ağaç boyu yönünde uzanan ve suda erimiş besin maddelerini yapraklara ileten elemanlardır. Traheler

uçları açık hücrelerdir. Ağaç gövdesi içerisinde üst üste yerleşerek 10 cm' den 10 m' ye kadar, ya da daha uzun iletim borusu oluşturmaktadırlar. Trahelirin uçlarındaki açıklıklar perforasyon tablaları oluşturarak suyun iletimini sağlamaktadırlar. Ayrıca bir traheden diğerine kenarlı geçitler yolu ile geçiş de sağlanmaktadır. Kenarlı geçitler, yapraklı ağaçlarda farklı yapıda olup iğne yapraklı ağaçlardaki gibi torusa sahip değildir.

Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve empenye işlemlerinde problemlere neden olur. Tüller ağaç malzemenin dayanıklılığını arttırmamakta, empenye edilmesini güçleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir[43].

3.5 Odunun Permeabilitesi

Genel anlamda permeabilite deyimi, sıvıların poröz bir yüzeyden basınç altında geçişlerinin hızlı veya yavaş yavaş oluşunu ifade etmektedir. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa, o malzemenin permeabilitesi yüksek demektir. Bütün ağaç türlerinin eşit bir şekilde empenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde empenye maddesi derinlere nüfuz edebilmekte, bazı türlerde nüfuz güç olmaktadır[40].

Odunun empenye edilmesi sırasında iki fiziksel problem ortaya çıkar. Birincisi, odun hücrelerinde sıkışmış halde bulunan havanın nasıl dışarı alınacağı, ikincisi ise sıvıların hücreler içerisinde nasıl yol alacağıdır.

İğne yapraklı ağaçlarda empenye maddelerinin esas akış yolu, traheidlerden traheidlere olup, kenarlı geçit çifti yardımıyla yapılmaktadır. Ayrıca, paranzim hücrelerinden oluşan öz ışınları basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı sağlanmaktadır.

Yapraklı ağaçlarda ise sıvıların geçişi traheler vasıtasıyla sağlanmaktadır. Traheler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlarına, daha sonra boyuna paranzim hücrelerine ve liflere veya diğer trahelere doğru geçmektedir[40].

4. MATERYAL VE METOT

4.1 Materyal

Yapılan çalışmada; karaçam (*pinus nigra*) ve kayın (*Fagus orientalis Lipsky*) ve sarıçam (*pinus sylvestris*) ağaç türleri kullanılmıştır. Bu ağaç türlerinin diri odunlarından, yapılan denemeler için standartlara uygun boyutlarda örnekler hazırlanmıştır. Yapılan tüm denemelerde, emprenye maddeleri olarak; suda çözünen tuzlardan Tanalith-C (CCA) ve Protim 230WR kullanılmıştır. Laminasyon çalışmasında ise poliüretan ve Pva tutkalı kullanılmıştır

4.1.1. Kullanılan ağaç türleri

Bu çalışmada; iğne yapraklı ağaçlardan, karaçam ve sarıçam ağacı, yapraklı ağaçlardan, kayın ağacı kullanılmıştır.

4.1.1.1 Karaçam

Bu çalışmada kullanılan Karaçam'a ait örnekler Kütahya ili, Simav ilçesine bağlı 1200 rakımlı Gölcük dağı mevkiinden temin edilmiştir. Gövde çapı 65.2 cm' dir.

Karaçam için ilk bilimsel tanımlamayı 1785 yılında Avustralya'lı botanikçi Arnold yapmıştır. Arnold bu ağaca *Pinus nigra* adını vermiştir. Karaçamın pek çok farklı isimle tanımlanmasının ve sistematığının devamlı değişmesinin nedeni varyabilitesinin fazlalığıyla açıklanmaktadır (Wright and Santamour, 1959)[1].

Görünüşü önceleri piramit biçiminde, yaşlılarda geniş şemsiye tepeli, kabuk önceleri pürüzlü olup kahve renginde, yaşlılarda kalın ve derin yarıkları bulunan koyu esmer kahve renginde, 2-4 üncü yıldan sonra pullar meydana gelir. Dallar düzenli çevreler görünümünde olup az yukarı doğrudur. Diri odun geniş, öz odunu fazla reçinelidir. Ormancılık bakımından önemli bir ağaç türüdür.

İspanya'nın güneyindeki dağlık yerlerde, yarım adanın iç bölgelerinde küçük adacıklar görünüşünde, Korsika adasında, İtalya'da Sicilya ve Dalmaçya kıyılarında, Yunanistan'da More yarım adasında, Anadolu'nun kuzey, güney ve batı bölgelerinde, az ölçüde Orta Anadolu'da, Orta Avrupa'da Alplerde, Viyana'nın güneyinde, Kırım yarı adasının güneyinde dağlık bölgelerde yerli olarak bulunmaktadır (Alptekin, 1986).

Bütün kıyı bölgelerimizin dağlık kesimlerinde saf ya da karışık ormanlar kurar, Sinop'tan Boyabat'a geçiş alanında, İzmir, Ayvalık ve Edremit çevresindeki dağlarda, Demirci, Gördes ilçelerinin kuzeyindeki yüksek yerlerde 900-1200 m arasında geniş ve güzel ormanlar

kuruluşunda bulunur ve buralarda orman sınırına kadar yükselir. Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağında, Bolu'nun kuzey ve güneyindeki ormanlarda bulunur. Ülkemizde 2.527.685 hektar saf karaçam ormanı bulunmaktadır. Gövdesinin ve dallarının kalınlığı, gri ve derin çatlaklı kabuğu, iğne yapraklarının koyu yeşil rengi ile diğer çam türlerinden ayrılır. 30-35 m' ye kadar boylanabilir.

Kurak ve kayalık, fakir topraklarda yetişir. Kalkerli toprakları sever. Sarıçama göre sıcaklığı daha çok sever. Kazık kökleri de fazla derinlere gitmez[1].

4.1.1.2 Sarıçam

Bu çalışmada kullanılan sarıçama ait örnekler Kütahya ili, Gediz ilçesine bağlı 1500 rakımlı Murat dağı mevkiinden temin edilmiştir. Gövde çapı 40,6 cm ve boyu 2 m' dir.

Yaşamakta olduğu geniş alanın ekolojik şartların göre 20-25 m boy yapabilmektedir. Genç iken piramit görünüşlü, yaşlılarda tepe düzensiz şemsiye şeklinde, özellikle topluluk içerisinde dalsız ve silindire yaklaşan gövdesi ile güzel görünüşlü ve 600 yıl kadar yaşayabilen ormancılık açısından önemli bir ağaçtır.

Önemli bir tanım özelliği kabuktur. Kabuk genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kısımlarında tilki sarısı veya kırmızımsı kahverengi bir renktedir. Gövdenin altlarında ve yaşlı 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.

Mevcut çam türleri içerisinde en geniş coğrafi yayılımı olan sarıçam Avrupa ve Asya'da takriben 3700 km eninde ve 14700 km uzunluğunda çok geniş bir doğal yayılım alanına sahiptir. Kuzey sınırı İskoçya, Norveç, İsveç, Finlandiya'nın kuzeyinde 70'inci enlem derecesine kadar olan yerlerde, Sibiryaya steplerinde orman sınırını teşkil eder. Güney sınırı ise İspanya'da Pirene dağlarının yüksek yerlerinde, Alp'lerde, Bulgaristan'da, Anadolu'da, Kırım ve Kafkas'larda bulunmaktadır. Yurdumuzda Eskişehir Yeşil dağdan başlayıp, Sarıkamış üzerinden Kafkaslara doğru yayılır.

Kuzey batı ve Batı Anadolu'da Bursa çevresinde Uludağ'da, Domaniç yaylasında, Balıkesir dolaylarında Dursunbey Alaçam ormanlarında karışık durumda çok güzel ormanlarına rastlanır[1].

Sarıçam yamaçların daha çok kuzeye bakan yerlerinde bulunmaktadır. Kara denizin etkisinin çok duyulduğu yerlerde 700 m. yüksekliğe kadar indiği halde nispeten kurak bölgelere geçiş yerlerinde 1400 m. den başlamakta ve orman sınırına kadar yükselmektedir[1].

Çok geniş dikey ve yatay bir yayılma alanı bulunan sarıçam yetiştiği çevrelerin değişik iklim koşullarına göre biçim yönünden de uymak zorunda kalmıştır. Kışın karı çok olan kuzey veya yüksek yerlerde gövde düzgün, tepe dar, az dallı ve bu durumuyla kar tazyikine karşı dayanıklı bir görünüş ve biçim aldığı halde karı az olan nispeten ılıman yerlerde geniş tepeli, fazla dallı bir durum almış olup gövde kuruluşları da yukarıdaki fazla karlı yerlerde olduğu kadar düzgün değildir[1].

Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenebilme ve yapışma özelliğine sahiptir. Yüzey işlemlerinde, reçine sızıntısı nedeniyle güçlük meydana gelir. Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklerle karşı hassas, odunun rutubeti % 25' den fazla olduğu hallerde, 20-25 °C sıcaklıklarda mavi renk oluşumu görülür [14].

Öz odun orta derecede güç, diri odun kolay empenye edilmektedir. Binalarda iç ve dış maksatlarda, pencere doğramalarında, empenye edildiğinde toprak ve su tahkimatında, maden direği ve travers olarak, kaplama levha, kontrplak, lif ve yonga levha ile kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılmaktadır[14].

4.1.1.3 Kayın

Bu çalışmada kullanılan Kayın'a ait örnekler Kütahya ili, Simav ilçesine bağlı 1700 rakımlı Akdağ mevkiinden temin edilmiştir. Gövde çapı 40.2 cm' dir.

Ormanlarımızda sadece bir tür ile temsil edilen Doğu Kayınının genel orman sahasındaki oranı %8.5 olup yayılışı itibariyle kuzey, batı ve güney Anadolu'da ve Trakya'da bulunursa da esas geniş yayılım sahası Karadeniz ormanlarıdır.

Türkiye'de Karadeniz'in kıyı boyunca, Belgrad ve İstiranca ormanlarında, Marmara'da Bursa, İnegöl ve M. Kemal Paşa'da diğer ağaçlarla karışık veya salt orman olarak, Ege ve Güney Anadolu'da, Hatay'da, Gavur Dağında, Göksun dağlarında orman olarak yetişir. Ülkemizde en geniş yayılışını ve en iyi gelişimini Karadeniz bölgesinde yapar.

Olgun odunlu bir ağaçtır. Kayının doğal rengi kirli beyazdır. Ancak genellikle bu halde satılmaz ve bu rengi beğenilmez. Buharlanıp fırınlanan kayının rengi pembeleşir ve koyulaşır. Sonbahar halkası daha koyu renklidir. Ağır ağaçlar grubuna girer. Kerestesi sert ve sıkı dokuludur. Kısa lifli bir yapısı olduğu için esnekliği sınırlıdır. Ancak iyi ve kurallara uygun bükülürse biçimini bozmaz. Kolay ve rahat işlenir. Fiziki etkilere karşı dayanıklıdır. Tekstür ince ve yeknesak, düzgün lifli, ince iğne çizikli ve az dekoratiftir. Yıllık halka sınırları ve kalın öz ışınları belirgin, traheler lup altında görülebilir. Radyal ve teğet kesitte öz ışınları çıplak

gözle de görülebilir. Yetiştirme şartları ve rutubet miktarı ile ilgili olarak işleme özellikleri değişir. Kurutmada dikkat isteyen bir ağaç türüdür. Oldukça hızlı kurutulabilir. Fakat çarpılmaya ve çatlamaya karşı eğilimi vardır. Ancak havada ve fırında kurutmada fazla daralma etkisi dikkate alınmalıdır. Kullanım yerinde stabilitesi iyi değildir. Genellikle odunu çok dayanıksızdır. Böceklere karşı hassastır. Hava kurusunun özgül ağırlığı $0,72 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Şok direnci yüksektir.

Kolay yarılr, işlenmesi de kolay olup özellikle diri odunu oldukça kolay empenye edilir. Buna mukabil yalancı öz odunda traheler tül yapısı ile dolu olduğundan empenye de güçlükler meydana çıkmaktadır. İyi cila kabul eder [44].

Ülkemizde mobilya yapımında kullanım alanı en geniş ağaçtır. Her çeşit masif mobilya işinde, iç doğramalarda, merdiven basamak ve korkuluklarında, parke döşemelerinde, dilme ve soyma kaplama olarak, yonga levha (Sunta) yapımında, araba ve ambalaj sanayisinde, maden direklerinde, kalıp işlerinde, oturma mobilyası, bükme sandalye, alet sapı, iş tezgâhı, okul sırası yapımında, torna işlerinde çok kullanılır. Kimyasal boyalarla, değişik renklere boyanmaya elverişlidir. Her çeşit cila ve vernik işlemi başarı ile uygulanabilir [45,46].

4.1.2 Kullanılan empenye maddeleri ve özellikleri

Bu çalışmada, koruyucu ve su itici olmak üzere iki tip empenye maddesi kullanılmıştır. Koruyucu olarak Tanalith-C (CCA: bakır-krom-arsenik), su itici olarak ta Protim 230WR organik solvent empenye maddesi kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan deney numuneleri SEMİTAŞ A.Ş' de empenye edilmiştir. Protim 230WR ile empenye edilen örneklerde 1,5 saat basınç, Tanalith- C (CCA) ile empenye edilen örnekler ise 3,5 saat vakum-basınç yöntemine göre empenye edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan empenye maddelerinin genel özellikleri aşağıda verilmiştir.

4.1.2.1 Protim 230 WR

Bu tip empenye maddeleri petrol destilasyonu ürünleri olarak elde edilen organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özelliklerdeki aktif kimyasal maddelerden ibarettir. Yüzlerce bileşikten oluşan ve bir çözücüye gerek duymayan kreozottan oldukça farklıdır. Doğal olarak suda çözünmediklerinden uzun süreli koruma sağlarlar. Emprenye işleminden sonra çözücü madde buharlaşarak ağaç malzemenin uzaklaşır ve asıl aktif madde geride kalarak koruyuculuk yapar. Çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılmaktadır.

Nicholas, 1973; AWWA, P8–91 Başlıca organik çözücülü emprenye maddeleri şunlardır; Pentaklorofenol (PCP) Metal naftenatlar, Bakır naftenat, Bakır–8 kinolinolat, Çinko naftenatlar. Organik kalay bileşikleri, Organik cıva bileşikleri, Protim solignum (Protim 230WR). Kloronaftalenler, Klorobenzenler, Klorlu hidrokarbonlar, Sentetik pretroidler [14].

Protim 230WR hazır olarak tedarik edilmektedir. Böceklere ve mantarlara karşı son derece etkili bir koruma sağlayan bu emprenye maddesi toprakla temas olan yerlerde kullanılmamalıdır. Saman renginde, Yoğunluğu 0,8 gr/cm³ olup 36 °C üzerinde yanıcı bir özelliğe sahiptir. İçinde Tribütiltin Naftenat (14,4 g/l) ve Permethrin (0,8 g/l) içermektedir. Bu emprenye maddeleri plastik galonlarda veya çelik tanklarda depolanmalıdır[47].

Organik çözücülü emprenye maddeleri ile emprenye edilen ağaç malzemede boyutsal deformasyon ve lekelenme görülmez. Ağaç malzeme emprenye işleminden sonra tutkallanabilir ve boyanabilir. Bu nedenle bu tip emprenye maddeleri pencere, kapı ve çerçevelerin emprenyesi için oldukça uygundur. En önemli sakıncası emprenye işleminin hemen ardından, uçucu çözücülerden dolayı tutuşma tehlikesinin olmasıdır. Ayrıca, kullanılan çözücüler oldukça pahalıdır. Richardson'ın yaptığı araştırmada; Özellikle Pentaklorofenol kapalı alanlarda kullanılmamalıdır yargısına varılmıştır[1].

Protim 230WR ile emprenye edilen ağaç malzeme istenilen her yerde kullanılabilir. Çünkü Protimle emprenye edilen ahşap çürümez, Su içermez, bu nedenle ahşap malzemenin dönmesine, boyut değiştirmesine neden olmaz. Ahşabın alışmasını azaltan su itici katkı maddeleri içerir. Metal bağlantı elemanlarında korozyona neden olmaz, (hava şartlarından sıcaklık, yağmur vb), böcek ve mantarlardan etkilenmez, Emprenye sonrası malzeme yüzeyine üst yüzey (boya, vernik vb.) işlemleri uygulanabilir.

Ağaç malzeme zamanla bükülmez, yüzeyinde çatlamlar meydana gelmez. Ağaç malzemenin ömrü 60 yıla kadar çıkabilir.

4.1.2.2 Tanalith-C(CCA)

Richardson, 1993 Odun koruma teknolojisi alanındaki en önemli ilerlemelerden biri, bakır- krom-arsenik emprenye maddelerindeki gelişme olmuştur. Günümüzde bakır-krom-arsenik (CCA) içeren çok sayıda odun koruyucu emprenye maddesi mevcuttur. CCA grubunun içerisinde bakır, krom ve arsenik bileşenleri değişen oranlarda mevcut olup, çeşitli şekillerde oksit veya tuz bileşiminde bulunmaktadır[14].

CCA koruyucu maddeleri Hindistan'da 1933 yılında bulunmuş, 1934 yılında ise bununla ilgili patent alınmıştır. Dünyada geniş çapta inşaat kurmak ve kereste imalatında etkili

bir koruyucu olmuştur. CCA ile muamele edilen kerestelerin çevresel etkilerden, insanlardan ve hayvanlardan kaynaklı zararlara karşı daha dayanıklı olduğu görülmüştür [48].

Koruyucu olarak muamele edilen CCA bileşimi belli Bileşiklerden (Crom, bakır Arsenik) belli oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulmuştur. Bu karışımı oluşturan maddelerin görevleri Bakır mantarlara karşı, arsenik beyaz karıncalara karşı üçü birlikte ise ağaç malzemeyi bütünüyle korumak üzere etkileri vardır. Bu doğrultuda, bu bileşim Avustralya standartlarına göre belirlenmiştir[48].

AWPA,1995Oksit esaslı CCA Emprenye maddesinin bileşimi, AWPA (American Wood Preservers' Association) tarafından belirlenmiş olup, içerisindeki bakır, krom ve arsenik miktarının değişik oranları nedeniyle A.B. ve C Olmak üzere 3 tipe ayrılmıştır. Çizelge 4.1'de CCA-A,B,C tipleri verilmiştir[1].

Çizelge 4.1 AWPA Standartları'na göre CCA'nın bileşimi

BİLEŞEN	TİP A			TİP B			TİP C		
	En Az (%)	Optimal (%)	En Çok (%)	En Az (%)	Optimal (%)	En Çok (%)	En Az (%)	Optimal (%)	En Çok (%)
Cr, (CrO₃)	59.4	65.5	69.3	33.0	35.3	38.0	44.5	47.5	50.5
Cu, (CuO)	16.0	18.1	20.9	18.0	19.6	22.0	17.0	18.5	21.0
As, (As₂O₅)	14.7	16.4	19.7	42.0	45.1	48.0	30.0	34.0	38.0

AWPA tarafından standardize edilen bu formülasyonlarda, karışımdaki bileşenler tuzlar şeklinde değil, aktif oksitler biçimdedir.

CCA grubu ön koruma maddeleri, ahşabın bünyesine kimyasal olarak bağlanır ve yıkanıp çıkmaz. CCA uygulanmış bir tel direğinin hizmet ömrü en ağır şartlarda 60 yıldır. Plastik, beton ya da çelikten imal edilmiş tel direklerin hizmet ömürleri bu rakamın yarısına bile erişememektedir [49].

CCA koruyucu maddesi ile empenye edilmiş odunun uzun süreli dayanımında üç önemli parametre bulunmuştur. Bunlar; empenye sırasındaki sıcaklık, CCA çözeltisinin başlangıç pH'sı ve çözeltinin konsantrasyonudur. Bu parametrelerin değerlerindeki değişiklik, kimyasal bileşenlerin lignin ve holoselüloz arasındaki dağılımında önemli farklılıklara yol açar. Bu dağılımdaki etkili farklılık, CCA ile empenyeli ahşap malzemenin dayanımını önemli oranda etkimektedir[50].

CCA Emprenye maddeleri genellikle hava kurusu haldeki ağaç malzemeye, dolu hücre metodu ile uygulanmaktadır. Emprenye edilen malzeme; temiz, kokusuz, olmakta, boya ve vernik gibi yüzey işlemleri kolaylıkla yapılabilmekte, yanmaya ve korozyona karşı dirençli bir hal almaktadır[14].

4.1.3 Kullanılan tutkallar ve özellikleri

Bu çalışmada Polivinilasetat (PVAc) tutkalı ve poliüretan tutkalı kullanılmıştır.

4.1.3.1 Polivinilasetat tutkalı (PVAc)

Polivinilasetat; kömür, kireç, su ve sirke asidinin polimerizasyonu yolu ile üretilmektedir. Kok kömürü ve kireç karışımı, fırında ısıtılarak karpit (CaC_2) elde edilir. Kızgın karpitin üstüne su püskürtülmesiyle, asetilen gazı (C_2H_2) açığa çıkmakta ve asetilen gazı ile sirke asidinin (CH_3CCOH) birleşmesinden, Vinilester meydana gelmektedir. Vinilester moleküllerinin polimerleştirilmesi ile de polivinilasetat elde edilir[30].

Polimerleşme olayının yönlendirilmesi ile, değişik kimyasal özelliklerde polivinilasetat reçinesi elde edilmekte ve dolayısıyla farklı özelliklerde polivinilasetat tutkalı üretilmektedir. Polivinilasetat reçinesinin içine değişik katkı maddeleri katarak, farklı amaçlar için kullanılabilir, polivinilasetat elde edilmektedir. Şu anda, piyasaya sürülmekte olan, polivinilasetat tutkalı % 40 – 45 oranında katkı maddesi içermektedir.

Polivinilasetat tutkalının, soğuk şartlarda preslenmesi için ideal sıcaklık, $20^{\circ}C$ ' tır. $10^{\circ}C$ altındaki sıcaklıklarda, tutkal kireçleşmekte ve özeliğini kaybetmektedir. Tutkaldaki sertleşme, tamamen fiziksel olarak gerçekleşmekte ve sıcaklık arttığında sertleşme süresi azalmaktadır. Oda sıcaklığında, minimum presleme süresi, 30 dakikadır. Sıcak preslemede, maksimum, $80^{\circ}C$ sıcaklık ve 8 – 10 dakika presleme süresi uygulanmaktadır. $80^{\circ}C$ 'nin üstündeki sıcaklıklarda tutkalda çözülme meydana gelmekte ve sertleşmemektedir. Sıcak preslemeden sonra, $50^{\circ}C$ ' a kadar, iş parçası, preste sıkılı vaziyette kalmalıdır [30].

4.1.3.2 Poliüretan tutkalı (PU)

Poliüretan (polimarin) tutkalı, çift bağlı alkolden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkal çeşididir. Oda sıcaklığında ($20^{\circ}C$) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal, reaksiyonu tamamlandığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. $60^{\circ}C$ 'nin üstündeki sıcaklıklarda preslenmesi tavsiye edilmemektedir. Çünkü

bu sıcaklığın üzerine çıktığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır. Çizelge 4.2’de kullanılan poliüretan (PÜ) tutkallarının genel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 4.2 kullanılan poliüretan tutkalının genel özellikleri

Genel Özellikler	Poliüretan tutkalı (PU)
Ticari şekli	sıvı-katı
Depolama süresi-ay	6-9
Renk	koyu kahve
Sağlığa etkisi	60 c üzerimle etkili
Ağaç rutubeti %	maksimum 10
Kuru madde %	20-90
Kullanım miktarı gr/m ²	200-250
Montaj zamanı (saat)	30-60
Basınç (kgf/cm ²)	3-8
Sıcaklık (°C)	10-60
Su dayanımı	1
Sıcaklık dayanımı	3
Mikroorganizma dayanımı	1
Organik solvent dayanımı	1
Renk hataları	yok
Bıçakları köreltme	az

Suya dayanımı;

1-Kaynar suya dayanıklı, 2- Suya dayanıklı, 3- Rutubete dayanıklı

Sıcaklık, mikroorganizma ve organik solventler;

1-Ekstra, 2-İyi, 3-Orta

Havanın nemi ile sertleşir. Su geçirmez. 150-200 gr/m² (yüzeyin pürüzlü veya pürüzsüz olmasına bağlı olarak) su kontrplağı ve benzeri ahşap malzemeleri birbirine veya ahşabı metale, taşa, betona, bazı sentetik maddelere vb. birçok maddeye mükemmel yapıştırır. Ahşap gemi ve tekne üretiminde birçok yapıştırıcıya oranla çok üstün netice verir[7].

4.2 Metot

Bu bölümde; mekanik özelliklerin belirlenmesi için yapılan çalışmada, Standartlara uygun deney örnekleri hazırlanmış, hazırlanan deney örnekleri emprenye edilmiş açık hava koşullarında bekletilmiş, sırasıyla basınç, eğilme ve yapışma deneyleri yapılmıştır.

4.2.1 Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinde kullanılan karaçam ve kayın ağaçları Kütahya ilinin Simav ilçesine bağlı Naşa Kasabasında bulunan Simav Orman İşletmeye Ait depodan alınıp atölyede radyal yönde dört eşit parçaya bölünerek doğal kurutmaya bırakılmıştır. Sarıçam ağacı ise Kütahya ilinin Gediz ilçesine bağlı Murat dağından alınıp atölyede radyal yönde 4 eşit parçaya bölünüp doğal kurutmaya bırakılmıştır. Daha sonra ağaçların diri kısımlarından mekanik deneyleri yapmak üzere standartlara uygun parçalar hazırlanmıştır. Denemede kullanılan lamine malzemeler poliüretan ve polivinilasetat tutkalları kullanılarak 3 katlı olacak şekilde hazırlanmıştır.

Denemelere göre hazırlanan örnek boyutları aşağıdaki gibidir.

Mekanik testler için; Eğilme örnekleri : 20 x 20 x 300 mm (TS, 2474)

Basınç örnekleri : 20 x 20x 30 mm (TS, 2595)

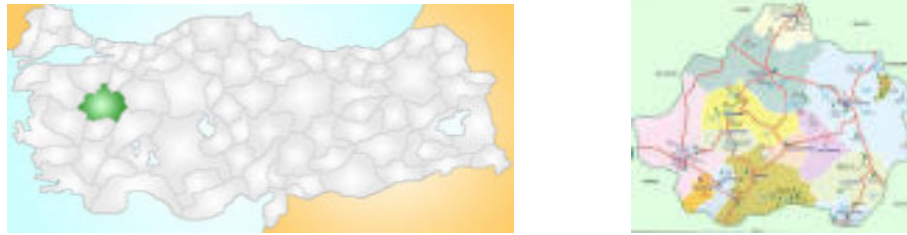
Yapışma örnekleri : 15 x 20 x 150 mm (TS, 53 ve 2470)

4.2.2 Deney örneklerinin Emprenye Edilmesi

Karaçam ve Kayın ağaçlarının tomruklarından işlenerek elde edilen 20x20x30 mm boyutundaki basınç deneyi örnekleri ve 20x20x300 mm boyutundaki eğilme deneyi örnekleri, Sarıçam ağacından hazırlanmış laminasyon deney numuneleri eğilme deneyi için 20x20x300 mm, basınç deneyi için 20x20x30 mm ve yapışma deneyi için 15x20x150 mm, hava kurusu halde iken, Uşak'ın Banaz ilçesinde bulunan Semitaş A.Ş.'de emprenye edilmişlerdir. Burada su itici olarak Protim 230WR, koruyucu olarak da Tanalith-C kullanılmıştır. Protim 230WR ile emprenye işleminde basınç yöntemi kullanılmıştır, Tanalith-C ile emprenye işleminde vakum basınç metodu kullanılmıştır. Emprenyeleme süresi Tanalith-C ile emprenye edilen numunelerde süresi 3,5 saat, Protim 230WR ile emprenye edilen numunelerde ise 1,5 saat olarak uygulanmıştır. Emprenye uygulamasındaki saat farkı kullanılan empre yöntemlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.

4.2.3. Deney örneklerinin deneme alanına yerleştirilmesi

Çalışmanın bu aşamasında, emprenyeli ve emprenyesiz olarak hazırlanan deney numuneleri, İç Ege Bölgesinde yer alan Kütahya ili'nin Simav ilçesinde, bir teras katta yerden 50 cm yüksekte ve 45° güneye bakacak şekilde (09 Ocak 2005- 09 Ocak 2006 tarihleri arasında) bir yıl süre ile açık havaya bırakılmıştır. Numunelerin karışmaması ve hepsinin aynı oranda açık hava koşullarına (yağmur, kar, güneş) maruz kalmaları için uygun koşullar sağlanmıştır. Simav, bağlı bulunduğu il olan Kütahya'ya 145 km. uzaklıktadır, 29 boylam ve 39 enlem dereceleri arasında olup Doğusunda Pazarlar, Şaphane, Gediz, Hisarcık, Emet; Kuzeydoğusunda Tavşanlı Kuzeyinde Dursunbey; Batısında Sındırgı, Demirci ve Selendi yer almaktadır. Önemli üç dağ ortasında humuslu ve bereketli bir ovadadır. Şekil 4.1'de deney numunelerinin bırakıldığı yer gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Deney alanının Gösterilmesi

4.2.4 Mekanik özelliklerin belirlenmesi

Bu çalışmada örnekler üzerinde statik eğilme ve liflere paralel yönde basınç deneyleri uygulanmıştır. Deneylerin nasıl yapıldığı ve deney özellikleri aşağıda verilmiştir.

1. 4.2.4.1 Statik eğilme deneyi

Eğilme denemeleri TS 2474 sayılı standarda uygun olarak Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Ve Dekorasyon Araştırma laboratuvarında üniversal test aygıtında yapılmıştır.

20x20x300 mm boyutlarında hazırlanan deneme örnekleri 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilerek hava kurusu hale getirilmiş ve deney öncesi bu örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Deneme aygıtının dayanak açıklığı 240 mm olarak yani parça kalınlığının 12 katı olarak ($h * 12 : 240$ mm) ayarlanmış ve kuvvet örneklerin tam ortasından yıllık halkalara teğet yönde uygulanmıştır.

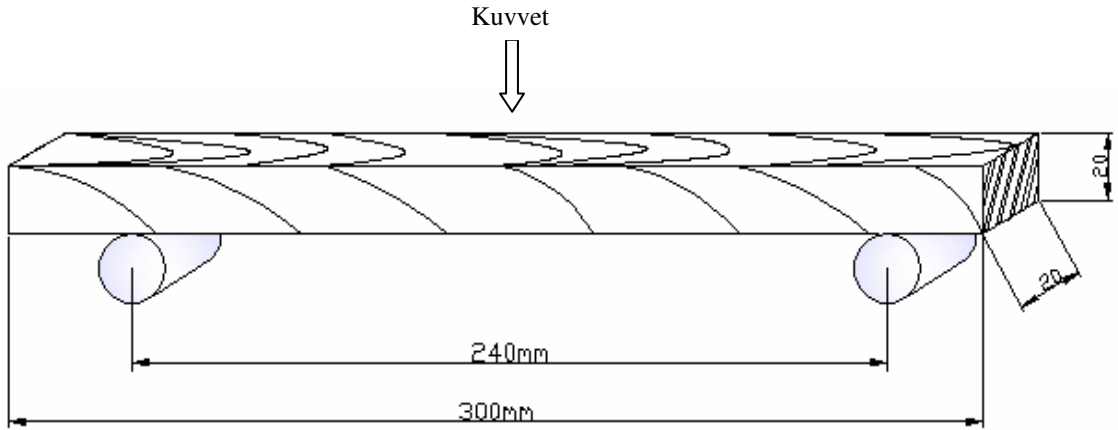
Kuvvet hızı örnekler yüklenmeye başlandıkta 1,5–2 dakika sonra kırılacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki maksimum kuvvet 1 kp duyarlılıkta ölçülmüş ve eğilme direnci aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Statik eğilme direnci: } \sigma_e = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (4.1)$$

Burada ;

- σ_e : Eğilme direnci (N/mm²)
P : Kırılma anındaki max. kuvvet (N)
L : Dayanak noktası arasındaki açıklık (mm)
b : Deneysel parçanın genişliği (mm)
h : Deneysel parçanın kalınlığı (mm)

Eğilme deney düzeneği Şekil 4.2’de verilmiştir.

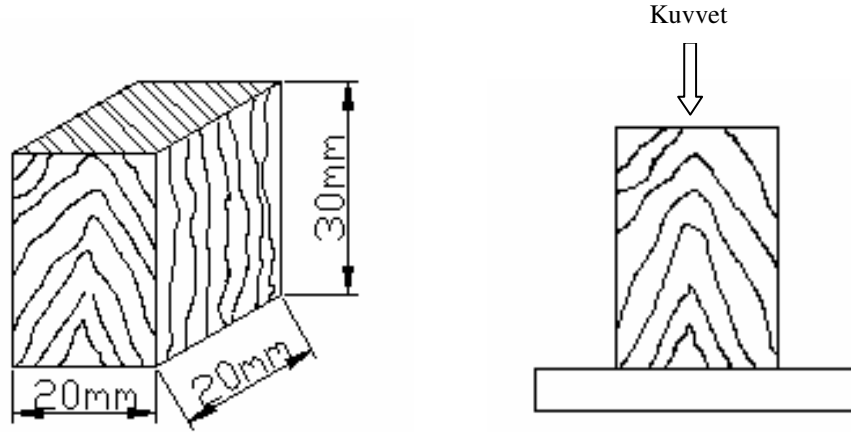


Şekil 4.2 Eğilme deneyi örnek boyutları.

4.2.4.2 Liflere paralel yönde basınç deneyi

Basınç direnci denemeleri TS 2595 sayılı standarda uygun olarak Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Ve Dekorasyon Araştırma laboratuvarında üniversal test aygıtında yapılmıştır. 20x20x30 mm boyutlarında hazırlanan deneme örnekleri 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilip hava kurusu hale getirilmiş ve deney öncesi bu örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Numunenin en kesimine homojen ve numuneleri 1.5-2 dakika içinde ezecek şekilde sabit bir yükleme hızı yapılmıştır. Kuvvet uygulaması numune kırılıncaya kadar devam

ettirilerek kırılma anındaki maksimum yük makinenin kadranından okunarak kaydedilmiştir. Basınç deneyi uygulanan örneklerin görünümü ve boyutları Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3 Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi örnek boyutları.

Kırılma anındaki kuvvet (F_{\max}) ölçülerek, liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B//}$) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.;

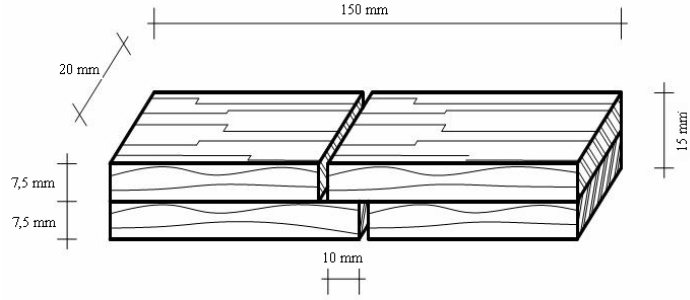
$$\sigma_{B//} = \frac{F_{\max}}{a.b} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4.2)$$

Burada;

- F_{\max} : Kırılma anındaki kuvvet (N),
- a : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm),
- b : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm).

4.2.4.3 Yapışma deneyi

Yapışma direnci denemeleri DIN 53255 sayılı standarda uygun olarak Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Ve Dekorasyon Araştırma laboratuvarında universal test aygıtında yapılmıştır. 15x20x150 mm boyutlarında hazırlanan deneme örnekleri 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında klimatize edilip hava kurusu hale getirilmiş ve deney öncesi bu örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Numunenin en kesitine homojen ve numuneleri 1,5–2 dakika içinde çekecek şekilde sabit bir çekme hızı yapılmıştır. Kuvvet uygulaması numune kopuncaya kadar devam ettirilerek kopma anındaki maksimum yük makinenin kadranından okunarak kaydedilmiştir. Yapışma direnci deneyi uygulanan örneklerin görünümü ve boyutları Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4 Yapışma direnci deneyi örnek boyutları

Yapışma direnci (σ)'nın hesaplamasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$\sigma = F / A = F / (b l) \quad (4.3)$$

Burada;

σ = Yapışma Direnci (N/mm^2),

F = Kopma anındaki kuvvet (N),

b = Yapışma yüzeyinin genişliği (mm),

l = Yapışma yüzeyinin uzunluğu (mm), dir.

4.2.5 Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

Başlangıçtaki emprenyeli ve emprenyesiz örneklerin, açık hava koşullarında 1 yıl süre ile bekletilen emprenyeli ve emprenyesiz örneklerde meydana gelen renk, koku ve mantarlaşmadan kaynaklanan tahribatların görsel olarak gözlemleri yapılarak gerekli incelemeler yapılmış ve kaydedilmiştir.

4.2.6 İklim koşulları

Örnekler Kütahya iline bağlı Simav ilçesinde 1 yıl süre açık hava koşullarında bırakılmıştır. Bekleme süresince oluşan iklim koşulları çizelge 4,3'de verilmiştir. Simav İç Anadolu'ya yakın bir konumda olmasına rağmen geçiş ikliminin özelliği ile bol ormanlara sahiptir. Daha sonra Susurluk nehri adını alan akarsu da Simav'da Simav Çayı olarak başlar. Krater gölü ve çam ormanıyla Gölcük, ilçenin önemli doğa güzellikleri arasında yer alır.

Çizelge.4.3 Kütahya İlinin Simav İlçesine Ait 2005 Yılı Meteorolojik Verileri [51].

AYLAR	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
Ortalama Sıcaklıklar (°C)	4,1	2,6	6,4	10,8	15,8	19,0	23,2	23,4	18,0	11,0	6,8	5,3	12,2
Max. Sıcaklık (°C)	16,0	14,3	19,9	27,6	30,0	30,2	34,8	37,8	32,9	24,2	19,2	21,7	37,8
Min. Sıcaklık (°C)	-6,4	-10,0	-8,0	-3,1	2,7	7,7	9,6	12,6	4,8	-1,9	-5,4	-13,0	-13,0
Ort. Bağıl Nem (%)	67	64	59	53	52	48	48	47	52	58	60	62	55
Ort. Toplam Yağış (mm)	138,7	157,7	141,9	61,4	59,9	39,3	30,6	18,7	7,1	40,7	149,3	154,6	999,9
Yağışlı Gün Sayısı	20	23	19	14	15	5	7	2	4	8	18	16	152
Ort. Açık Günler Sayısı	6,0	4,0	11,0	6,0	7,0	19,0	22,0	25,0	16,0	11,0	5,0	4,0	136,0
Ort. Kapalı Günler Sayısı	13,0	16,0	10,0	8,0	5,0	1,0	2,0	-	-	6,0	15,0	10,0	86,0
En Yüksek Kar Örtüsü (cm)	4,0	5,0	3,0	-	-	-	-	-	-	-	1,0	10,0	10,0
Kar Örtülü Gün Sayısı	3	5	2	-	-	-	-	-	-	-	1	8	19
Kuvvetli Rüzgar Yönü	SSW	SSW	S	SSW	SW	W	WNW	WNW	N	WNW	SE	S	SSW
Kuvvetli Rüzgar Hızı (m/s)	18,3	16,4	15,4	12,4	10,5	12,3	9,6	11,0	11,6	8,8	14,2	16,4	18,3

5. BULGULAR VE ANALİZİ

Koruyucu (Tanalith-C) ve su itici (Protim 230WR) emprenye maddeleri ile muamele edilmiş karaçam ve kayın örneklerinin diri odunlarında, mekanik araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

5.1. Mekanik Testlere Ait Bulgular

Kontrol, koruyucu (Tanalith-C) ve su itici (Protim 230WR) emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş karaçam ve kayın örneklerinin diri odunlarında liflere paralel yönde basınç ile teğet yöndeki eğilme deneyleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ve analizleri aşağıda verilmiştir.

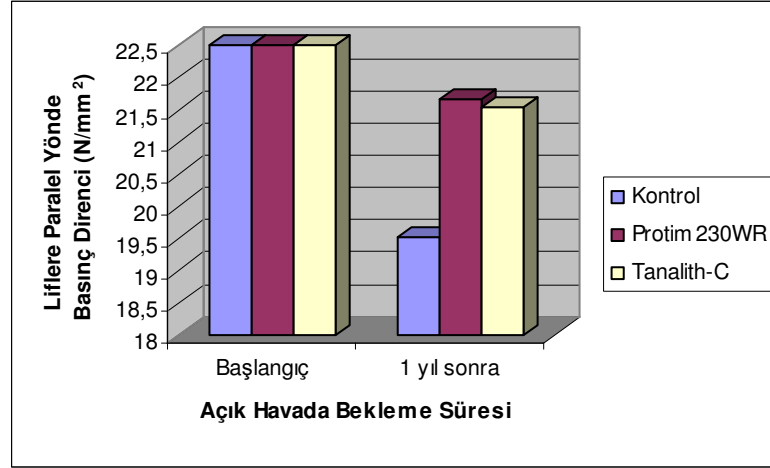
5.1.1 Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular

Kontrol, koruyucu ve su itici emprenye maddeleri ile emprenye edilen karaçam ve kayın örneklerinin açık havada bekleme sonucu oluşan liflere paralel yöndeki basınç deneyleri yapılmıştır. Karaçam rneklarine ait elde edilen liflere paralel yöndeki basınç deneyi değerleri izelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Karaçam rneklarine ait liflere paralel yöndeki basınç deneyi değerleri.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	19,211	17,518
	Max	23,944	20,904
	\bar{e}	22,499	19,528
	δ_x	1,442	1,144
	n	10	10
Protim 230WR	Min	19,211	18,878
	Max	23,944	22,784
	\bar{e}	22,499	21,672
	δ_x	1,442	1,215
	n	10	10
Tanalith-C	Min	19,211	19,944
	Max	23,944	23,091
	\bar{e}	22,499	21,539
	δ_x	1,442	1,082
	n	10	10

Karaçam örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Şekil 5.1’de gösterilmiştir.



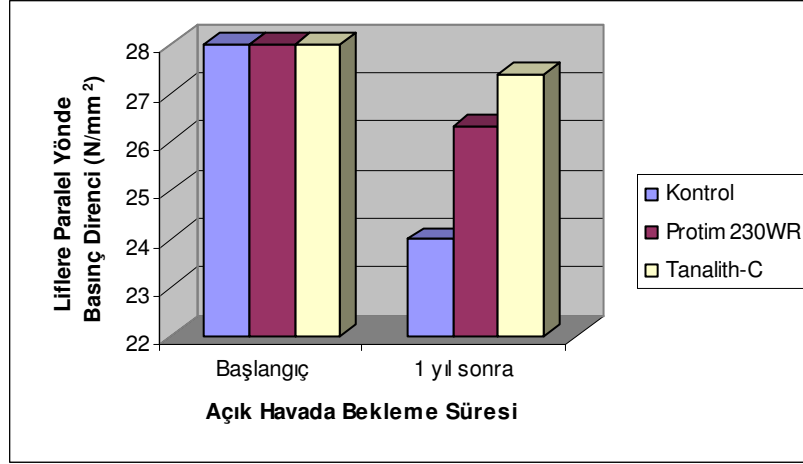
Şekil 5.1 Karaçam örneklerinin liflere paralel basınç direnci

Kayın örneklerine ait elde edilen liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2 Kayın örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
	Başlangıç	1 Yıl Sonra	
Kontrol	Min	25,997	22,531
	Max	30,716	26,157
	\bar{e}	27,988	23,997
	δ_x	1,395	1,134
	n	10	10
	Protim 230WR	Min	25,997
Max		30,716	29,810
\bar{e}		27,988	26,307
δ_x		1,395	1,577
n		10	10
Tanalith-C		Min	25,997
	Max	30,716	30,263
	\bar{e}	27,988	27,388
	δ_x	1,395	1,437
	n	10	10

Kayın örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Şekil 5,2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.2 Kayın örneklerinin liflere paralel basınç direnci

Varyans analizi

Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.3 Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz tablosu

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	16,457	1,829	0,946	0,494
Uygulama	7	662,794	94,685	48,962**	0,000
Hata	63	121,931	1,934	-	
Genel	79	801,820	-		

Uygulama farklılığı % 1 hata ile basınç değerlerini etkilemiştir.

Ağaç türünün ve farklı empenye maddelerinin basınç direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmalarda, değerler arasındaki fark çizelge 5.3’de görüldüğü gibi % 99 ve % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada basınç direnci değerleri içerisinde en iyi sonucun ağaç türü için tanalith-C ile muamele edilen kayın ağacı, protim 230WR ile muamele edilen karaçam ağacından alındığı görülmüştür.

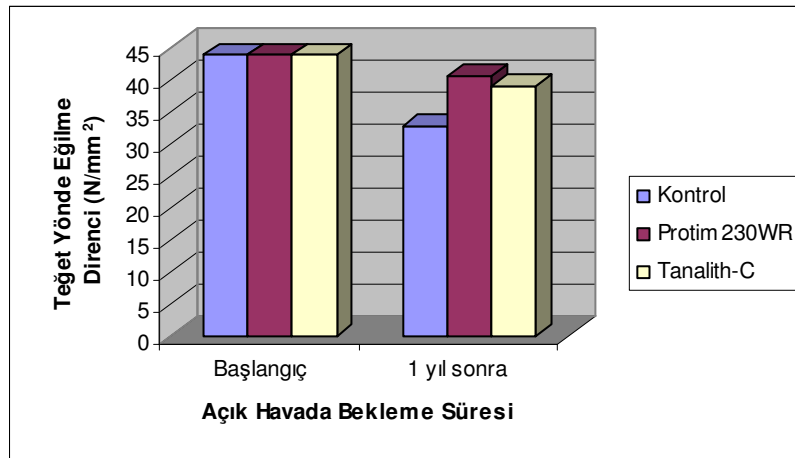
5.1.2 Eğilme direncine ait bulgular

Eğilme direnci deneyleri, karaçam ve kayın türlerinin diri odunlarında, teğet yönde olmak üzere tek yönde yapılmıştır. Karaçam diri odununa ait teğet yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 5.4’te verilmiştir.

Çizelge 5.4 Karaçam örneklerinin teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)	
	Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	41,121
	Max	46,954
	\bar{e}	43,970
	δ_x	1,625
	n	10
Protim 230WR	Min	41,121
	Max	46,954
	\bar{e}	43,970
	δ_x	1,625
	n	10
Tanalith-C	Min	41,121
	Max	46,954
	\bar{e}	43,970
	δ_x	1,625
	n	10

Karaçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 5.3’de gösterilmiştir.



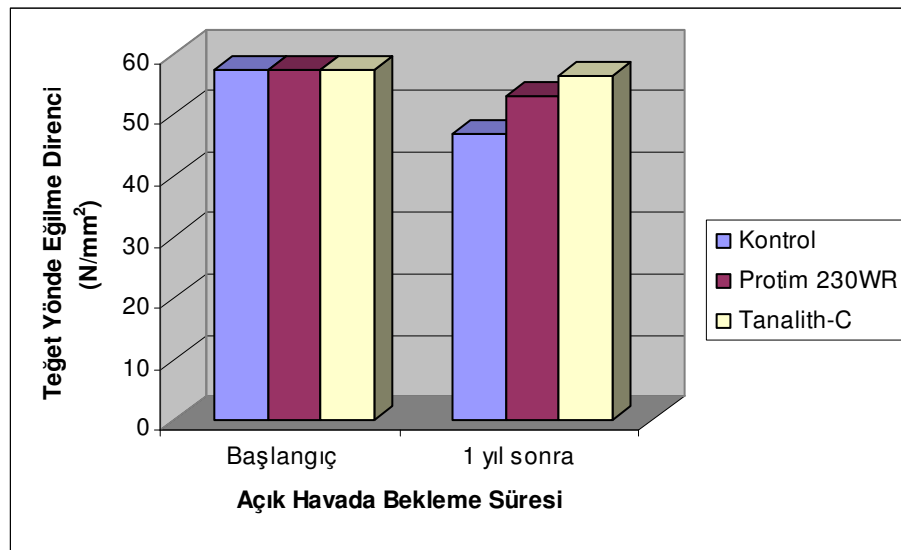
Şekil 5.3 Karaçam örneklerinin teğet yöndeki eğilme direnci

Kayın örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 5.5'te verilmiştir.

Çizelge 5.5 Kayın örneklerinin teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	54,930	44,564
	Max	60,135	50,575
	\bar{e}	57,392	46,779
	δ_x	1,750	1,941
	n	10	10
Protim 230WR	Min	54,930	51,267
	Max	60,135	56,309
	\bar{e}	57,392	53,099
	δ_x	1,750	1,685
	n	10	10
Tanalith-C	Min	54,930	54,456
	Max	60,135	60,912
	\bar{e}	57,392	56,386
	δ_x	1,750	1,926
	n	10	10

Kayın örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4 Kayın örneklerinin teğet yöndeki eğilme direnci

Varyans analizi

Teğet yöndeki eğilme direnci değerleri ne ait varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.6 Teğet yönde yapılan eğilme direncine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	48,766	54,8	1,282	0,264
Uygulama	7	5457,159	779,594	184,415**	0,000
Hata	63	266,325	4,277	-	
Genel	79	5772,250	-		

Bu sonuçlara göre, eğilme direnci değerleri üzerine uygulama farklılığı % 1 hata ile etkili olmuştur.

Ağaç türünün ve farklı empenye maddelerinin Eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmalarda, değerler arasındaki fark çizelge 5.6'da görüldüğü gibi % 99 ve % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada Eğilme direnci değerleri içerisinde en iyi sonucun ağaç türü için tanalith-C ile muamele edilen kayın ağacı, protim 230WR ile muamele edilen karaçam ağacından alındığı görülmüştür.

5.2. Sarı Çam laminasyon Örneklerinin Mekanik Testlere Ait Bulguları

Poliüretan ve polivinil asetat (Pva) tutkallarıyla lamine edilmiş, Kontrol ve koruyucu (Tanalith-C) ve su itici (Protim 230WR) empenye maddeleri ile empenye edilmiş Sarıçam örneklerinin liflere paralel yönde basınç direnci ile teğet yöndeki eğilme direnci ve yapışma direnci deneyleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ve analizleri aşağıda verilmiştir.

5.2.1 Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular

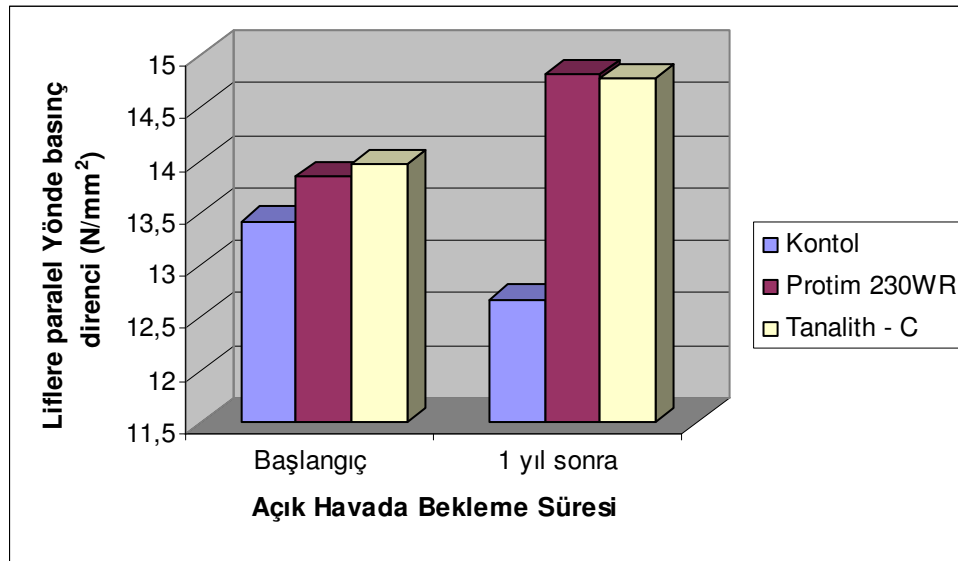
Paliüretan tutkalıyla lamine edilmiş, Kontrol, koruyucu ve su itici empenye maddeleri ile empenye edilen sarıçam örneklerinin açık havada bekleme sonucu oluşan liflere paralel yöndeki basınç direnci deneyleri yapılmıştır.

Sarıçam laminasyon deney numunelerine ait elde edilen liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 5.7'de verilmiştir.

Çizelge 5.7 Sarı çam örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	12,71	12,29
	Max	13,91	13,07
	\bar{e}	13,42	12,68
	δ_x	0,34	0,36
	n	10	10
Protim 230WR	Min	13,015	14,04
	Max	14,24	15,72
	\bar{e}	13,842	14,82
	δ_x	0,41	0,58
	n	10	10
Tanalith-C	Min	13,217	13,91
	Max	14,465	15,05
	\bar{e}	13,956	14,78
	δ_x	0,39	0,46
	n	10	10

Sarıçam örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Şekil 5.5'te gösterilmiştir



Şekil 5.5 Liflere paralel yöndeki basınç direnci

Varyans analizi

Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.8 Liflere paralel yönde yapılan basınç direncine ait Varyans analiz tablosu

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	1,625	0,181	0,752 ns	0,661
Uygulama	3	33,478	11,159	46,494**	0,000
Hata	27	6,480	0,240	-	
Genel	39	41,583	-		

Bu sonuçlara göre, basınç direnci değerleri üzerine uygulama farklılığı % 1 hata ile etkili olmuştur.

Farklı empenye maddelerinin basınç direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmalarda, değerler arasındaki fark çizelge 5.8'de görüldüğü gibi % 99 ve % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada basınç direnci değerleri içerisinde en iyi sonucun az bir farkla protim 230WR ile muamele edilen sarıçam ağacından alındığı görülmüştür.

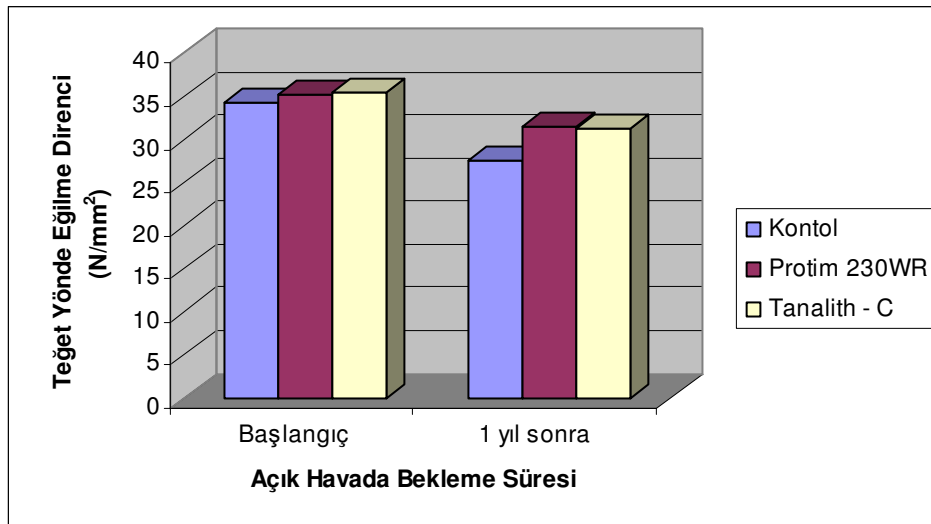
5.2.2 Teğet yönde eğilme direncine ait bulgular

Poliüretan tutkalıyla lamine edilmiş, Kontrol, koruyucu ve su itici empenye maddeleri ile empenye edilen sarıçam örneklerinin açık havada bekleme sonucu oluşan teğet yöndeki eğilme direnci deneyleri yapılmıştır. Sarıçam laminasyon deney numunelerine ait elde edilen teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Çizelge 5.9'da verilmiştir.

Çizelge 5.9 Sarıçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	32,23	26,61
	Max	36,48	28,44
	\bar{e}	34,27	27,43
	δ_x	1,36	0,66
	n	10	10
Protim 230WR	Min	33,003	28,28
	Max	37,355	34,91
	\bar{e}	35,092	31,41
	δ_x	1,21	1,79
	n	10	10
Tanalith-C	Min	33,358	28,47
	Max	37,756	35,34
	\bar{e}	35,469	31,17
	δ_x	1,46	1,81
	n	10	10

Sarı çam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 5.6 'da gösterilmiştir



Şekil 5.6 Sarıçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci değerleri

Varyans analizi

Teğet yönde yapılan eğilme direnci değerlerine ait Varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.10 Teğet yönde yapılan eğilme direncine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	28,559	3,73	1,562 ns	0,177
Uygulama	3	237,342	79,114	38,953**	0,000
Hata	27	54,837	2.031	-	
Genel	39	320,738	-		

Bu sonuçlara göre, eğilme direnci değerleri üzerine uygulama farklılığı % 1 hata ile etkili olmuştur.

Farklı empenye maddelerinin eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmalarda, değerler arasındaki fark çizelge 5.10'da görüldüğü gibi % 99 ve % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada eğilme direnci değerleri içerisinde en iyi sonucun az bir farkla protim 230WR ile muamele edilen sarıçam ağacından alındığı görülmüştür.

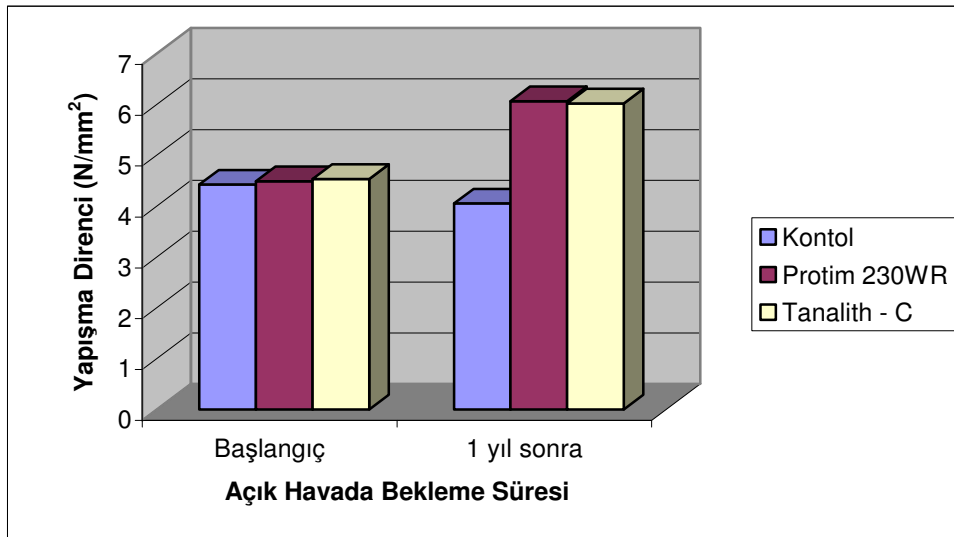
5.2.3 Yapışma direncine ait bulgular

Poliüretan tutkalıyla lamine edilmiş, Kontrol, koruyucu ve su itici empenye maddeleri ile empenye edilen sarıçam örneklerinin açık havada bekleme sonucu oluşan yapışma direnci deneyleri yapılmıştır. Sarıçam laminasyon deney numunelerine ait elde edilen yapışma direnci değerleri Çizelge 5.11'de verilmiştir

Çizelge 5.11 Sarıçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri.

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	4,13	3,77
	Max	5,01	4,59
	\bar{e}	4,42	4,05
	δ_x	0,28	0,26
	n	10	10
Protim 230WR	Min	4,183	5,61
	Max	5,085	6,51
	\bar{e}	4,486	6,06
	δ_x	0,29	0,35
	n	10	10
Tanalith-C	Min	4,233	5,71
	Max	5,135	6,42
	\bar{e}	4,530	6,02
	δ_x	0,33	0,31
	n	10	10

Sarıçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri Şekil 5.7’de gösterilmiştir



Şekil 5.7 Sarıçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri.

Varyans analizi

Yapışma direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Çizelge 5.12 Yapışma direncine ait varyans analiz tablosu

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	1,217	0,135	1,428 ns	0,225
Uygulama	3	32,072	10,691	112,892**	0,000
Hata	27	2,257	0,095	-	
Genel	39	35,846	-		

Bu sonuçlara göre, yapışma direnci değerleri üzerine uygulama farklılığı % 1 hata ile etkili olmuştur.

Farklı empenye maddelerinin yapışma direncine etkisini araştırmak için yapılan karşılaştırmalarda, değerler arasındaki fark çizelge 5.12’de görüldüğü gibi % 99 ve % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada yapışma direnci değerleri içerisinde en iyi sonucun az bir farkla protim 230WR ile muamele edilen sarıçam ağacından alındığı görülmüştür.

5.3 Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

Koruyucu ve su itici empenye maddeleri ile empenye edilmiş örneklerde, empenye işleminden hemen sonra kontrol örneklerinde ve empenyeli örneklerde ayrıca açık hava koşullarına 1 yıl süre ile maruz bırakılan hem kontrol hem de empenyeli örneklerde meydana gelen renk değişimi, mantarlaşma ve çürüklükler gibi oluşan kusurların tespiti için karaçam, sarıçam ve kayın örneklerinin periyodik olarak incelemeleri yapılmıştır. Bu 1 yıllık süre içerisinde koruyucu ile muamele edilmiş deney örneklerinin muamele edilmemiş öneklere göre daha fazla tahrip olduğu görülmüştür. Renk değişiminin periyodik olarak açıldığı empenyesiz örneklerde ise koyulaşmanın olduğu gözlemlenmiştir. Deney örneklerine ait resimler ekler bölümünde verilmiştir.

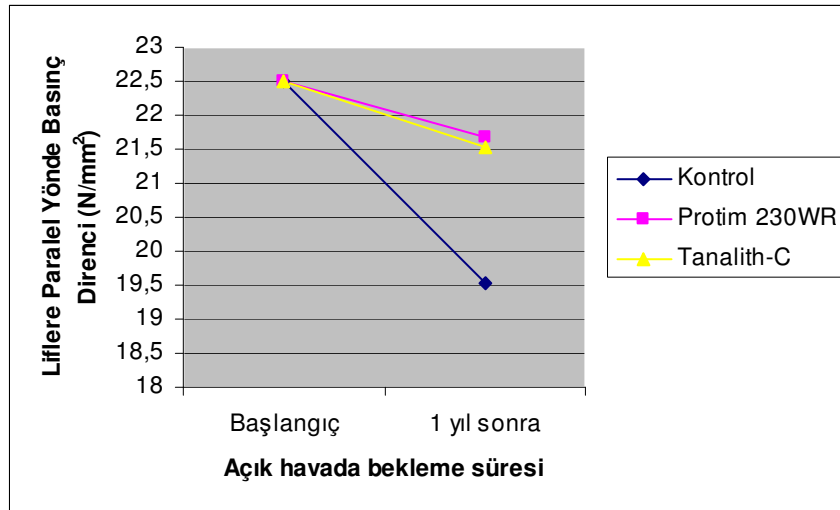
6.SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Mekaniksel Deneylere Ait Sonuçlar

Mekanik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amacıyla Karaçam ve kayın ağaçlarının eğilme direnci (teğet yönde) ile liflere paralel yönde basınç direnci deneyleri, Lamine edilmiş Sarıçam ağacının ise eğilme direnci (teğet yönde), liflere paralel yönde basınç direnci ve yapışma direnci deneyleri yapılmıştır. Elde edilen veriler, Çizelge 5.1, 5.2, 5.4, 5.5, 5.7, 5.9 ve 5.11’de verilen değerlerle tutarlılık göstermektedir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler taranan literatür araştırmasında; yapılan diğer çalışmalar ile aynı doğrultuda olduğu görülmüştür. Emprenyeli ve emprenyesiz örnekler üzerinde yapılan deneylerden elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

6.1.1 Liflere paralel basınç direncine ait sonuçlar

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) karaçam diri odun örneklerinin liflere paralel yöndeki basınç direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.1’de gösterilmiştir.



Şekil 6.1 Karaçam odun örneklerindeki basınç direnci kaybı.

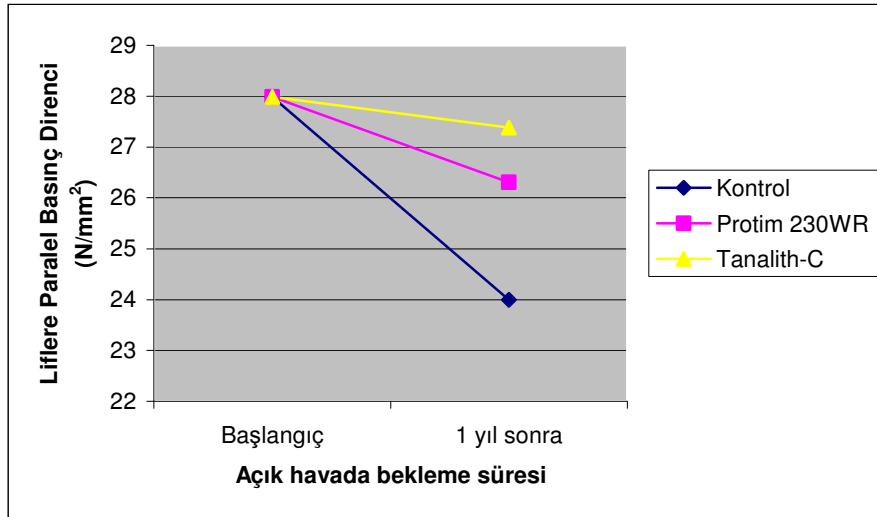
Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) karaçam diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre liflere paralel yöndeki basınç direncinde meydana gelen direnç kaybı oranları Çizelge 6.1’de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Karaçam örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Kayıp Oranı (%)
	Karaçam
Kontrol	-13,20
Protim 230WR	-3,67
Tanalith-C	-4,26

Şekil 6.1'de ve Çizelge 6.1'de karaçam odunu örneklerinde liflere paralel yöndeki basınç direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -13,20, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % -3,67, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % -4,26 olduğu tespit edilmiştir.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) kayın diri odun örneklerinin liflere paralel yöndeki basınç direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.2'de gösterilmiştir.



Şekil 6.2 Kayın odun örneklerindeki basınç direnci kaybı.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) kayın diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre liflere paralel yöndeki basınç direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.2'de verilmiştir.

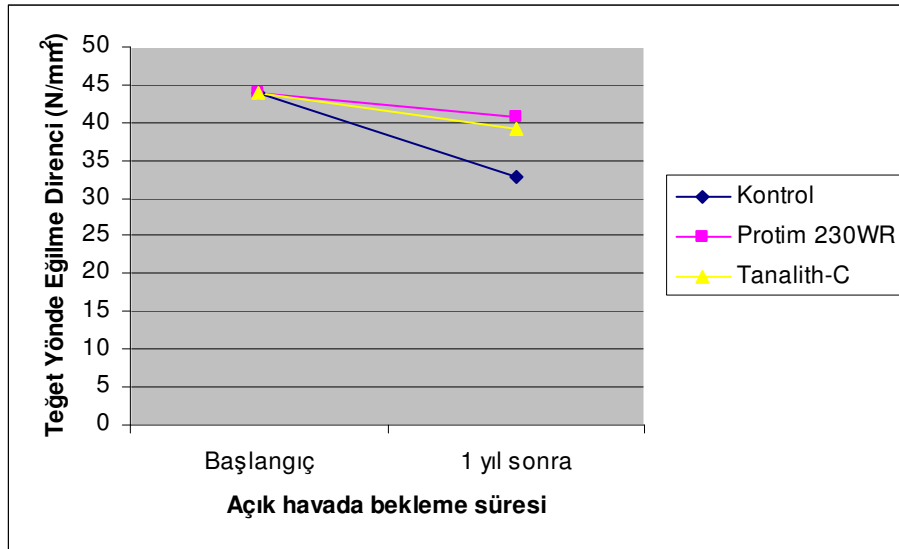
Çizelge 6.2 Kayın örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Kayıp Oranı (%)
	Kayın
Kontrol	-14,314
Protim 230WR	-6,00
Tanalith-C	-2,14

Şekil 6.2’de ve Çizelge 6.2’de kayın odunu örneklerinde liflere paralel yöndeki basınç direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -14,314, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % -6,00, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % -2,14 olduğu tespit edilmiştir.

6.1.2 Eğilme direncine ait sonuçlar

Eğilme direnci deneyleri teğet yönde yapılmıştır. Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) karaçam diri odun örneklerinin teğet yöndeki eğilme direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.3’te gösterilmiştir.



Şekil 6.3 Karaçam örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci kaybı.

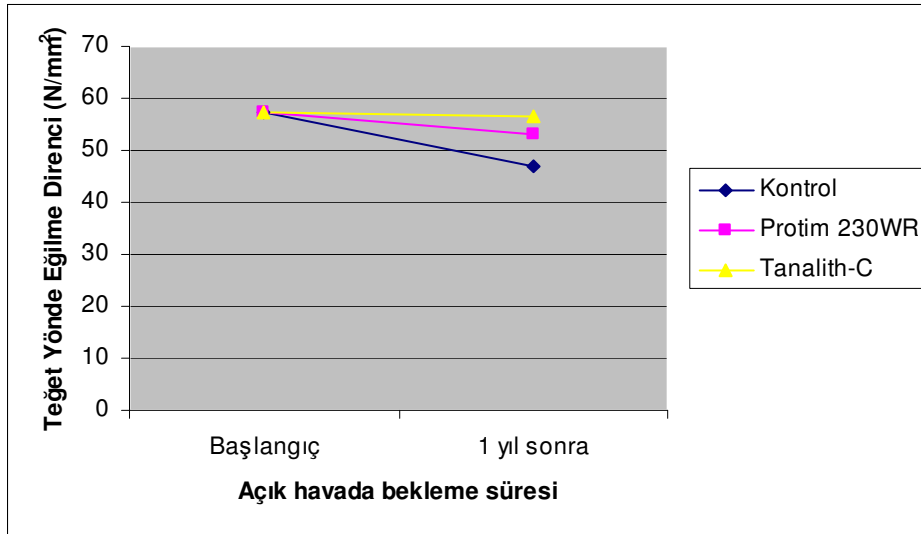
Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) karaçam diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre teğet yöndeki eğilme direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.3’te verilmiştir.

Çizelge 6.3 Karaçam odununun teğet yönündeki eğilme direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Eğilme Direnci Kayıp Oranı (%)
	Karaçam
Kontrol	-25,00
Protim 230WR	-7,51
Tanalith-C	-10,88

Şekil 6.3'te ve Çizelge 6.3'te karaçam odunu örneklerinde teğet yöndeki eğilme direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -25,00, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % -7,51, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % -10,88 olduğu tespit edilmiştir.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) kayın diri odun örneklerinin teğet yöndeki eğilme direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.4'te gösterilmiştir.



Şekil 6.4 Kayın örneklerine ait teğet yöndeki eğilme direnci kaybı.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) kayın diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre teğet yöndeki eğilme direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.4'te verilmiştir.

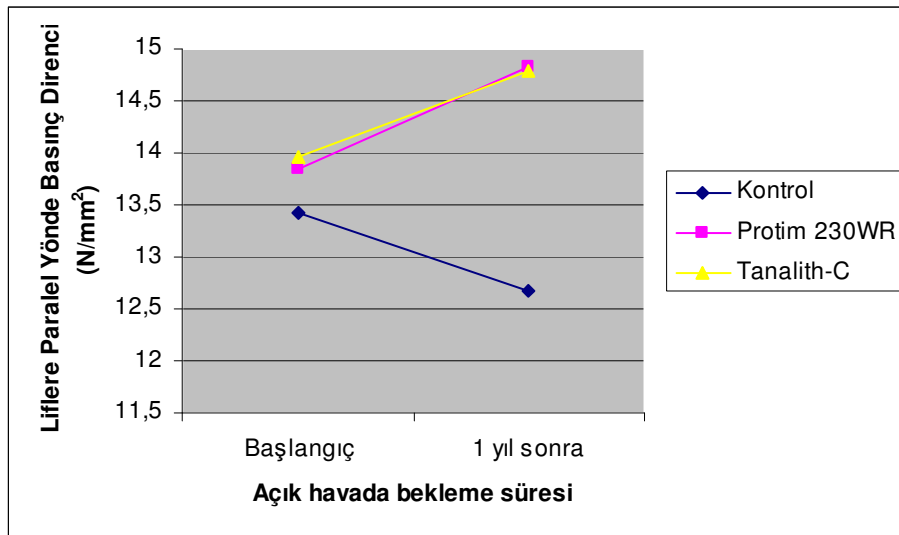
Çizelge 6.4 Kayın odununun teğet yönündeki eğilme direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Eğilme Direnci Kayıp Oranı (%)
	Kayıp
Kontrol	-18,49
Protim 230WR	-7,48
Tanalith-C	-1,75

Şekil 6.4'te ve Çizelge 6.4'te kayın odunu örneklerinde teğet yöndeki eğilme direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -18,49, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % -7,48, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % -1,75 olduğu tespit edilmiştir.

6.1.3 Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin basınç direncine ait sonuçlar

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinin liflere paralel yöndeki basınç direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.5' te gösterilmiştir.



Şekil 6.5 Sarıçam odun örneklerindeki basınç direnci kaybı.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre liflere paralel yöndeki basınç direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.5'te verilmiştir.

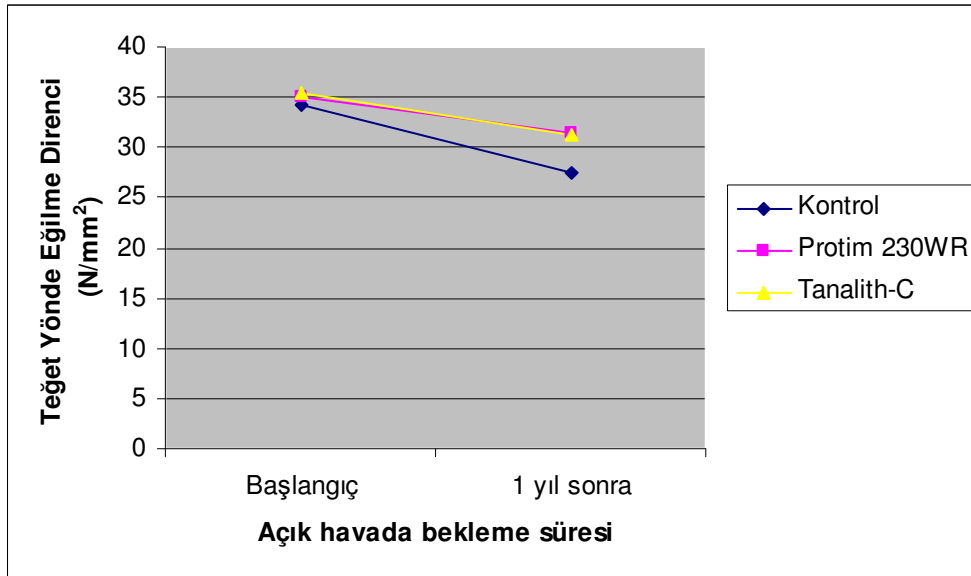
Çizelge 6.5 Sarıçam örneklerinde meydana gelen basınç direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Kayıp Oranı (%)
	Sarı çam
Kontrol	- 5,5
Protim 230WR	+7,06
Tanalith-C	+5,9

Şekil 6.5’de ve Çizelge 6.5’de Sarı çam odunu örneklerinde liflere paralel yöndeki basınç direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -5,5, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % +7,06, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % +5,9 olduğu tespit edilmiştir.

6.1.4 Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin eğilme direncine ait sonuçlar

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinin liflere teğet yöndeki eğilme direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.6’ da gösterilmiştir.



Şekil 6.6 Sarı çam odun örneklerindeki eğilme direnci kaybı.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre liflere teğet yöndeki eğilme direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.6’da verilmiştir.

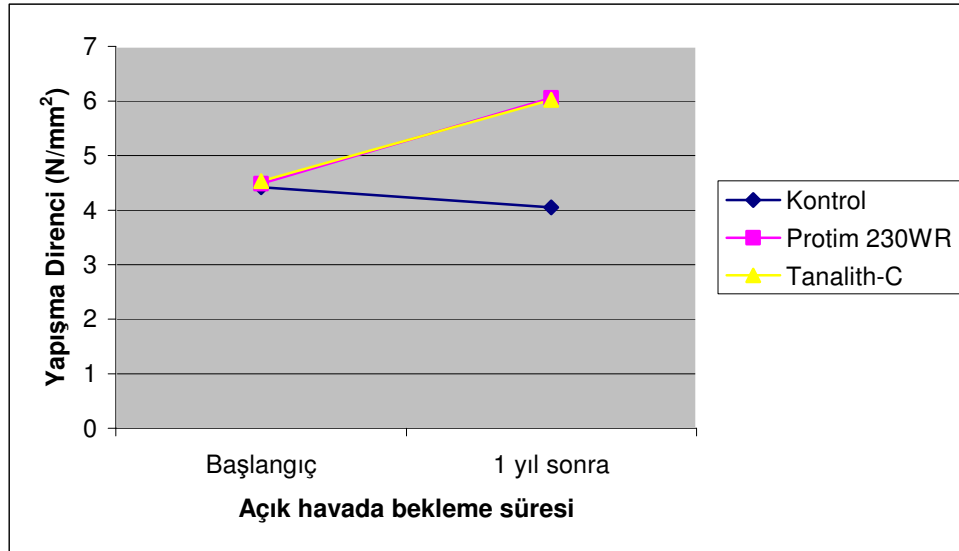
Çizelge 6.6 Sarı çam örneklerinde meydana gelen eğilme direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Liflere Teğet Yönde Eğilme Direnci Kayıp Oranı (%)
	Sarı çam
Kontrol	- 19,9
Protim 230WR	-10,4
Tanalith-C	-12,1

Şekil 6.6'da ve Çizelge 6.6'da Sarı çam odunu örneklerinde liflere teğet yöndeki eğilme direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -19,9, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % -10,4, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % -12,1 olduğu tespit edilmiştir.

6.1.5 Lamine edilmiş Sarıçam deney numunelerinin yapışma direncine ait sonuçlar

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinin yapışma direncinde zamana bağlı olarak meydana gelen azalma Şekil 6.7' de gösterilmiştir.



Şekil 6.7 Sarı çam odun örneklerindeki yapışma direnci kaybı.

Emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) sarı çam diri odun örneklerinde, açık havada 12 ay süreyle bekleme sonucunda başlangıca göre yapışma direncinde meydana gelen direnç kayıp oranları Çizelge 6.7'de verilmiştir.

Çizelge 6.7 Sarı çam örneklerinde meydana gelen yapışma direnci kayıp oranları.

Emprenye Maddesi	Yapışma Direnci Kayıp Oranı (%)
	Sarı çam
Kontrol	-8,3
Protim 230WR	+35,05
Tanalith-C	+32,8

Şekil 6.7’de ve Çizelge 6.7’de Sarı çam odunu örneklerinde yapışma direnci kayıpları verilmiştir. Buradaki kayıpların; kontrol örneklerinde % -8,3, Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde % +35,05, Tanalith- C ile emprenye edilen örneklerde % +32,8 olduğu tespit edilmiştir.

Basınç direnci sonuçlarına baktığımızda; kontrol örneklerindeki değişim, emprenyeli örneklere göre daha fazla olmuştur. Kullanılan emprenye çeşitlerinin de aynı ağaç cinsinde farklı kayıplara yol açtığı görülmüştür. Yaptığımız deney sonucuna göre bir yıl açık hava koşullarında bekletilen, Protim 230WR ile emprenye edilen karaçam odununun Tanalith-C ile emprenye edilen karaçam odunundan daha az bir kayıp verdiği tespit edilmiştir. Karaçam odunun Protim 230WR ile emprenye edilmesinin daha uygun olduğu görülmüştür.

Kayın odunu için baktığımızda; kontrol örneklerindeki değişim, emprenyeli örneklere göre daha fazla olmuştur. Kullanılan emprenye çeşitlerinin de aynı ağaç cinsinde farklı kayıplara yol açtığı görülmüştür. Yaptığımız deney sonucuna göre bir yıl açık hava koşullarında bekletilen, Tanalith-C ile emprenye edilen kayın odunun Protim 230WR ile emprenye edilen kayın odunundan daha az bir kayıp verdiği tespit edilmiştir. Kayın odunun Tanalith-C ile emprenye edilmesinin daha uygun olduğu görülmüştür.

Eğilme direnci sonuçlarına baktığımızda; kontrol örneklerindeki değişim, emprenyeli örneklere göre daha fazla olmuştur. Kullanılan emprenye çeşitlerinin de aynı ağaç cinsinde farklı kayıplara yol açtığı görülmüştür. Yaptığımız deney sonucuna göre bir yıl açık hava koşullarında bekletilen, Protim 230WR ile emprenye edilen karaçam odununun Tanalith-C ile emprenye edilen karaçam odunundan daha az bir kayıp verdiği tespit edilmiştir. Karaçam odunun Protim 230WR ile emprenye edilmesinin daha uygun olduğu görülmüştür.

Kayın odunu için baktığımızda; kontrol örneklerindeki değişim, emprenyeli örneklere göre daha fazla olmuştur. Kullanılan emprenye çeşitlerinin de aynı ağaç cinsinde farklı kayıplara yol açtığı görülmüştür. Yaptığımız deney sonucuna göre bir yıl açık hava koşullarında bekletilen, Tanalith-C ile emprenye edilen kayın odunun Protim 230WR ile emprenye edilen

kayın odunundan daha az bir kayıp verdiği tespit edilmiştir. Kayın odunun Tanalith-C ile empenye edilmesinin daha uygun olduğu görülmüştür.

Yukarıdaki sonuçlara baktığımızda; empenye çeşitlerinin de ağaç malzeme üzerinde farklı etkiler yaptığı ortaya çıkmıştır.

Basınç direnci ve eğilme direnci değerlerine baktığımızda kontrol örneklerindeki kayıp empenyeli örnekler göre ciddi sayılır derecededir. Günümüzde ağaç malzemenin insan hayatında ne kadar önemli bir yeri olduğunu, kullanım alanının ne kadar geniş olduğunu düşünürsek ağaç malzemeyi daha verimli, daha uzun süre kullanabilmenin yolları araştırılmalıdır.

Bu çalışma sonucunda İç Ege bölgesinde bahçe mobilyaları, dış cephe doğramaları ve rutubetli ortamlarda kullanılacak ahşap malzemenin, karaçam ise Protim 230WR ile, kayın odunu kullanılacak ise Tanalith-C ile empenye edilmesi önerilir.

Lamine edilmiş sarıçam örneklerinde; empenye edilmiş test örneklerinin fiziksel deneylerde boyutsal bir deformasyon ve böcek zararları görülmemiştir. Fakat empenye edilmemiş örneklerde ise koku ve renk bozulmaları görülmüştür.

Emprenyeli test örneklerinde su ve nisbi nem bir yıl içerisinde yapışma direncini ve basınç dayanımını pozitif yönde, artırmıştır. Fakat eğilme direnci değerlerinde ise azalma olmuştur. Emprenye siz örneklerde, ağaç malzemenin çürümesinden dolayı katlar arasında ki yapışma azalmıştır.

Kullanılan ağaç türleri içerisinde lamine edilmemiş karaçam ve kayın örneklerine baktığımızda mekanik testlerde; direnç ve kayıpsal olarak en iyi sonucun kayın ağacından alındığı görülmüştür. Lamine işleminde kullanılan tutkal türlerine baktığımızda polivinilasetat tutkalının tanalit-C ile empenyesinden hemen sonra, protim 230 WR ile empenyesinde ise zamanla tüm tutkal katlarının açıldığı görülmüştür. O nedenle lamine işleminde poliüretan tutkalı iyi sonuç vermiştir.

Bu çalışmada protim 230 WR, tanalith –C gibi koruma sağladığı görülmüştür. Bu nedenle protim 230WR empenye maddesi açık hava koşullarında tanalith-C'ye tercih edilebilir. Çünkü ağacın doğal rengini koruduğu ve insan sağlığına zararlı olmadığı bilinmektedir. Bu çalışma sayesinde kanıtlanmış ki protim 230WR en azından tanalith-C kadar mantarlara ve böceklere karşı koruma sağlamıştır.

Dış hava şartlarında boyutsal deformasyon olmadığı için lamine işleminde poliüretan tutkalı önerilir.

6.2 Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar

Açık hava koşullarına bırakılan Tanalit - C ve Protim 230WR ile empenye edilmiş Karaçam ve kayın odunları ile poliüretan ve polivinilasetat tutkalı ile lamine edilmiş sarıçam odunları üzerinde fiziksel incelemeler yapılmıştır.

Lamine edilmemiş karaçam ve kayın odunlarına yapılan görsel incelemede renk ve mantarsal çürüklerin empenye siz örneklerde empenyeli örneklere göre daha fazla olduğu görülmüştür. Emprenyeli örneklerde çok az renk ve koku değişimi olurken tahribat açısından gözle görülür herhangi bir etkiye rastlanılmamıştır. Bu nedenle kullanılan 2 çeşit empenye maddelerinin açık hava koşullarında kullanılan ahşap malzemeyi kısa süreliğine yeterli miktarda koruduğu söylenebilir

Lamine edilmiş sarıçam odununda; Polivinilasetat tutkalı ile Lamine edilmiş ve Tanalit – C ile empenye edilen ve sarıçam numunelerin tamamının açıldığı, Protim 230WR ile empenye edilen numunelerde ise tutkal katlarındaki açılmalar periyodik olarak görülmüştür. 1 yıl sonunda polivinilasetat tutkalı ile lamine edilen örneklerin tamamının açıldığı, Emprenyesiz numunelerin tutkal katlarının daha hızlı açıldığı görülmüştür.

Poliüretan tutkalı ile lamine edilen sarıçam odununda ise açılmaların çok az olduğu görülmüştür. Buradan polivinilasetat tutkalı ile lamine edilen ağaç malzemenin Tanalit-C ile empenye edilmemesi önerilir. Daha kalıcı ve açık hava koşullarında kullanılacak bir lamine malzemenin tutkal katlarının polivinilasetat tutkalı ile oluşturulmaması, onun yerine poliüretan tutkalının kullanılması önerilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Özalp,M.,2003, "Su İtici Ve Koruyucu Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilmiş Çam Örneklerinin Su Soğutma Kulelerinde Kullanımı İle Fiziksel, Mekanik Ve Kimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimin İncelenmesi",ZKÜ, F.B.E., Doktora Tezi, Bartın
- [2] Bozkurt,Y., Göker,Y., 1981 "Orman Ürünlerinden Faydalanma", İstanbul Üniversitesi, Orman Fak. Yayınları No: 2840/297, İstanbul,
- [3] M.Yalınkılıç (XI WORLD FOREST CONGRESİ ANTALYA.TÜRKİYE. 13 to 20 October 1997 volume 4, Topic 19 Outdoor performance of some coating systems of wood in the eastern black sea region of TÜRKİYE)
- [4] BAL, B.C.,2006, Amonyaklı bakır quat (acq) emprenye tuzu ile emprenye Edilen sarıçam (*pinus sylvestris* L.) Odununun bazı fiziksel ve Mekanik özelliklerinin araştırılması" Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, F.B.E., Yüksek Lisans tezi, Kahramanmaraş
- [5] Bozkurt, Y., A., Erdin, N., 1995, İğne Yapraklı ve Yapraklı Ağaç Odunlarında Tanım Özellikleri (Odun Anatomisi II) , İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, İ.Ü. Yayın No : 3907, Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No :6, ISBN 975-404-406-6, İstanbul, 220 s.
- [6] Lebow, S., 1996, Leaching of wood preservative components and their mobility in the environment—Summary of pertinent literature. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–93. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory
- [7] ŞENAY, A., 1996, Ahşap Lamine taşıyıcı elemanların mekanik özelliklerinin belirlenmesi üzerine araştırmalar, İ.Ü., F.B.E., Doktora tezi, İstanbul.
- [8] Kartal, S.N., 1998, CCA ve CCB Emprenye Maddeleri ile Korunan ağaç malzemenin Dayanıklılık, Yıkanma ve Direnç Özellikleri İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- [9] Yapı Malzemesi Olarak Ahşap www.yapitr.com
- [10] Feist, W.C., 1983, Weathering and protection of wood, American Wood-Preservers' Association, 79 : 195 - 205 .
- [11] Winandy, J. E., 1994, Wood Properties. In: Encyclopedia of Agricultural Science, C.J.Arntzen, ED. Academic Press. San Diego, CA. V4:549-561.
- [12] " Missouri Department of Natural Resources" 2000, Division of Environmental Quality Land Reclamation Program
- [13] USTA.İ.,2006 "Comparative Characterization of the Effects of the Climate–Tree–Growth Relationship in Anatolian Black Pine (*Pinus nigra* Arnold subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe) on Wood Treatability" Turk J Agric For 30 - 305-315 TÜBİTAK
- [14] Sivrikaya .H., 2003 " Diri ve öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri " Zonguldak Karaelmas üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora tezi, Bartın

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [15] Keskin,H., Togay,A., 2003, "Doğu Kayını Ve Kara Kavak Kombinasyonu İle Üretilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri",SDÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Sayı: 2, ISSN:1302-7085, Sayfa:101-114.
- [16] Clausen, C.A., Houghton, L.and Murphy, C., 2003, Evaluating wood-based composites for incipient fungal decay with the immunodiagnostic wood decay test, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-142. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.
- [17] Cole, F.A. and Clausen, C.A., 1996, Bacterial Biodegradation of CCA-Treated Waste Wood, Forest Products Society 2801
- [18] Douglas M., 1999, Protection of southern pine using N,N-Naphthaloylhydroxylamine: Field tests, soft-rot cellars and aquatic bioassay leach testing, The international research group on wood preservation section 3 wood protecting chemicals, IRG/WP 99-30204
- [19] Feist, W.C., 1994, Weathering performance of finished aspen siding, Forest Products Journal, 44(6):15-23
- [20] De Groot, R.C., Crawford, D.M., Norton, J. and Keith, J., 2000, Five-year field trials using preservative-treated, secondgrowth douglas-fir exposed in ground contact in Australia, Forest Products Journal, 50(2):46-53.
- [21] Winandy.J.E., 1989, "CCA preservative treatment and redrying effects on the bending properties of 2 by 4 southern pine" Forest Prod. J. 39(9):14-21.
- [22] Lebow, S., 1996, Leaching of wood preservative components and their mobility in the environment—Summary of pertinent literature. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–93. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory
- [23] Hansmann, C., Deka, M., Wimmer, R. and Gindl, W., 2006, Artificial weathering of wood surfaces modified by melamine formaldehyde resins, Holz als Roh- und Werkstoff 64: 198–203
- [24] Feist,W.C. and Williams,R.S., 1991, Weathering durability of chromium-treated southern pine, Forest Products Journal, 41(1):8-14.
- [25] Kalnins, M.A. and Feist, W.C., 1993, Increase in wettability of wood with weathering, Forest Products Journal, 43(2):55-57.
- [26] Feist, W.C.and Ross, A.S., 1995, Performance And Durability Of Finishes On Previously Coated Cca-Treated Wood, Forest Products Journal, 45(9):29-36.
- [27] Hassler, C.C., Slahor, J. J., Degroot, R.C. and Gardner, D.J., 1998, Preservative treatment evaluation of five appalachian hardwoods at two moisture contents, Forest Products Journal, 48(7/8):37-42.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [28] Yıldız,Ü.C., Temiz, A., Gezer,E.D. and Yıldız, S., 2004, Effects of the wood preservatives on mechanical properties of yellow pine (*Pinus sylvestris* L.) wood, Building and Environment 39 (2004)1071 – 1075
- [29] Permadı, P., De Groot, R.C. and Woodward, B., Alternative wood preservatives For use in indonesia, Forest Products Journal, 48(11/12):98-101.
- [30] Karaaslan,A., 2004, "Borla Modifiye Edilmiş Bazı Tutkalların Kestane Ağacının Yapışma Direncine Etkileri", D.P.Ü., F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, Kütahya
- [31] ALTINOK, M., DÖNGEL, N.,2002, Çam Türü Lamine Elemanlarda Mekanik Performans, Gazi Üni. - Fen Bil. Enst. Dergisi, cilt:15, No:1, sayfa: 215-225, Ankara,
- [32] Keskin, H., ve Togay, A., 2004, lamine edilmiş karaçam (*pinus nigra* var. *pallasinia*) odununda kesiliş yönünün eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülüne etkileri, Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Fakültesi Dergisi, sayı: 14, S:13-25.
- [33] Eckelman: Eckelman, C.A., 1993, Potential uses of laminated veneer lumber in furniture, Forest Products Journal, 43(4):19-24
- [34] Demetçi, E. Y., 1991, Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Polivinilasetat İle Ve Epoksi Tutkalları İle Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü.,Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, İSTANBUL.
- [35] Wolf, R., Moody., 1979, Bending strenght of vertically Glued laminated beams, Forest Products Journal, Vol. 33, No:5,USA.
- [36] Travers Ahşap pencere wep sitesi www.teverahsappen.com
- [37] Ulupınar,M.,1998, "Lamine Edilmiş Kavak(*Populus Euramericana*)’ın Teknolojik Özelliklerinin Tespiti",H.Ü.,F.B.E.,Yüksek Lisans Tezi,Ankara.
- [38] Keskin, H., 2001, Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara
- [39] Bobat,A., 1994," Emprenyeli Ağaç Malzemenin Kapalı Maden Ocaklarında Ve Deniz İçinde Kullanımı Ve Dayanma Süresi",KTÜ, F.B.E, Doktora Tezi, Trabzon
- [40] Bozkurt,Y.,Göker,Y.,Erdin,N., 1993, "EMPRENYE TEKNİĞİ", İstanbul Üniversitesi orman Fakültesi, İ.Ü., Yayın No: 3779, IBSN 975-404-327-2, İstanbul.
- [41] Kurtoğlu, A. 1979, yapıştırılmış tabakalı ağaç malzeme de rutubet değişimi nedeniyle gerilmelerin oluşumu. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi dergisi. Seri A, cilt 29 sayı 2.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam)

- [42] Berkel, A., 1961, İstanbul ve Civarı Su İnşaatlarında Ağaç Malzemenin Kullanımı Hakkında İncelemeler, İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi, Seri :B, 1, S: 45-54.
- [43] Bozkurt, A.Y., Göker, Y. ve Erdin, N., 2000, Odun Anatomisi, İstanbul üniversitesi orman fakültesi, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No: 4263, O.F. Yayın No:466
- [44] Yaltırık, F., Efe, A., 1994, Dendroloji Ders Kitabı", İstanbul,
- [45] Arslan, S.,1994 "Ağaç Dendrolojisi, Odun Anatomisi", Hacettepe Üniversitesi Beytepe, Ankara
- [46] Şanıvar, N. ve Zorlu, İ.,1999 "Ağaç İşleri Gereç Bilgisi," Milli Eğitim Basımevi, İstanbul.
- [47] Acar inşaat, Ön koruma maddeleri wep sitesi www.acarinsaat.net
- [48] National Timber Development Program, 2004, Treated timber in Australia: CCA and the alternatives Page 1- 8
- [49] Suda çözünen ön koruma maddeleri www.osmose.com/.
- [50] Pizzi, A., 1983, A new approach to the formulation and application of CCA preservatives. Wood Science and Technology 17:303-319.
- [51] Simav Meteoroloji Müdürlüğü

Ek.1

4. ay sonundaki Protim 230WR ve Tanalith-C ile emprenye edilmiş; karaçam, kayın ve lamine edilmiş sarıçam deney örneklerine ait resimler verilmiştir.



Protim 230WR ile Muamale edilmiş Karaçam odunu

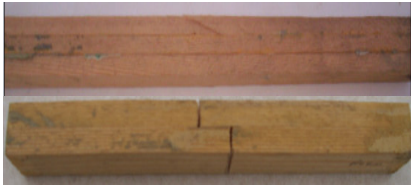
Tanalith-C ile Muamale edilmiş Karaçam odunu

Protim 230WR ile Muamale edilmiş Kayın odunu

Tanalith-C ile Muamale edilmiş Kayın odunu



Protim 230WR ile Emprenye, Pva Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu



Protim 230WR ile Emprenye, Poliüretan Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu

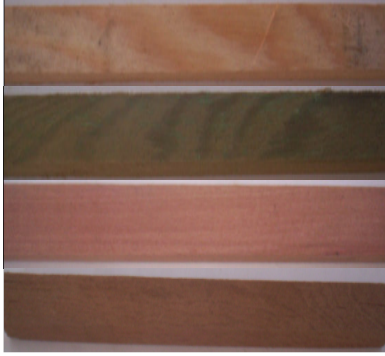


Tanalith-C ile Emprenye, Poliüretan Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu

Başlangıç numunelerine göre renk değişimlerinin olduğunu ve polivinilasetat tutkalı ile lamine edilen sarıçam deney örneklerinin Tanalith-C ile emprenyesinde tamamının açıldığını Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerde ise açılmaların başladığı görülmüştür.

Ek.2

8. ay sonundaki Protim 230WR ve Tanalith-C ile emprenye edilmiş; karaçam, kayın ve lamine edilmiş sarıçam deney örneklerine ait resimler verilmiştir.



Protim 230WR ile Muamale edilmiş Karaçam odunu

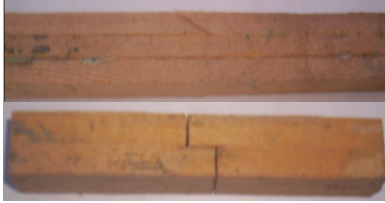
Tanalith-C ile Muamale edilmiş Karaçam odunu

Protim 230WR ile Muamale edilmiş Kayın odunu

Tanalith-C ile Muamale edilmiş Kayın odunu



Protim 230WR ile Emprenye, Pva Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu



Protim 230WR ile Emprenye, Poliüretan Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu



Tanalith-C ile Emprenye, Poliüretan Tutkalı ile lamine edilmiş Sarıçam odunu

Bu dönemde de; renk değişimlerinin olduğunu ve polivinilasetat tutkalı ile lamine edilen sarıçam deney örneklerinin Protim 230WR ile emprenye edilen örneklerinde açılmaların arttığı görülmüştür.

Ek.3

12. ay sonundaki Protim 230WR ve Tanalith-C ile emprenye edilmiş; karaçam, kayın ve lamine edilmiş sarıçam deney örneklerine ait resimler verilmiştir.



Protim 230WR ile Emprenye edilmiş Sarıçam, Karaçam ve kayın odunu



Tanalith-C ile Emprenye edilmiş Sarıçam, Karaçam ve kayın odunu

Bir yılsonundaki durumda; deney örneklerinin renk değişimlerinin devam ettiği emprenyesiz örneklerde renk değişiminin daha çok olduğu tespit edilmiştir. Polivinilasetat tutkalı ile lamine edilen lamine örneklerin tamamının açıldığı görülmüştür. Poliüretan ile lamine edilen deney örneklerinde ise kısmı olarak açılmalar olmuştur.