

LAMİNE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMEYE DENİZ SUYUNUN ETKİSİ

Osman PERÇİN

Yüksek Lisans Tezi

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Temmuz- 2007

LAMİNE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMEYE DENİZ SUYUNUN ETKİSİ

Osman PERÇİN

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

Osman PERÇİN'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı LAMİNE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMEYE DENİZ SUYUNUN 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

LAMİNE EDİLMİŞ AHŞAP MALZEMEYE DENİZ SUYUNUN ETKİSİ

Osman PERÇİN

Dumlupınar Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Murat ÖZALP

ÖZET

Bu çalışmada; koruyucu olarak Wolmanit-CB, Korasit KS ve su itici olarak Protim 230 WR emprenye maddeleri kullanılmıştır.

Tüm örnekler bir yıl süreyle deniz suyuna maruz bırakılmıştır. Epoxy ve poliüretan (PU) tutkalları kullanılarak, lamine edilmiş karaçam, kestane ve larex örneklerinde mekanik deneyler yapılmıştır. Ayrıca fiziksel özelliklerde meydana gelen değişimlerde gözlemlenmiştir.

Sonuç olarak liflere paralel eğilme direncinde, yapışma direncinde ve basınç dirençlerinin hepsinde önemli değişiklikler görülmüştür. Bu çalışmanın sonunda üç emprenye maddesinin de ağaç malzemeyi yeteri kadar koruduğu görülmüştür.

Anahtar kelime: ağaç malzeme, basınç direnci, eğilme direnci, laminasyon, yapışma direnci

THE EFFECT OF SEA WATER TO LAMINATED WOODEN MATERIAL

Osman PERÇİN

Furniture and Decoration Education, Master's Thesis, 2007

Advisor: Asist.Prof.Dr. Murat ÖZALP

SUMMARY

In this study is used Wolmanith-CB and Karosit KS for as a preservative and Protim WR 230 for as a water repelling.

Duration of exposure of all specimens sea water was one year. At the wooden materials Austrian pine, Castanea sativa, Larix decudia with Epoxy and Polyurethane adhesives are done mechanical experiments. Moreover physical properties are determined.

According to the result of compession test vertical to grain, bonding and bending tests, there was significantly change all mechanical tests. At the end of this study are seen three of the preservation metarials supply enough protection.

Key Words: bending resistance, bonding resistance, lamination, wooden material, pressure resistance.

TEŞEKKÜR

Öncelikle bu alıőmasının yürütücülüğünü üstlenen, değerli danışman hocam Sayın Yrd.Doç. Dr. Murat ÖZALP'e, çalışmanın gerçekleőmesi aőamasında yardımlarını esirgemeyen değerli hocalarım Öğr.Gör. Ali GÜRTEKİN, Öğr.Elm. Mehmet OĞUZ ve ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü Müdürü ve çalıőanlarına, çalışma süresince desteğini esirgemeyen aileme ve emeği geçen herkese bütün içtenliğimle saygı ve őükranlarımı sunarım.

Osman PERÇİN

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TEŞEKKÜR.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
ÇİZELGELER DİZİNİ	IX
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	XI
1. GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı.....	2
1.2. Literatir Özeti.....	2
2. AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI VE KORUNMASI	16
2.1. Deniz İçerisindeki Ahşap Malzemeye Zarar Veren Canlılar	17
2.2. Deniz Denemeleri İle İlgili Test Yöntemleri.....	18
2.3. Akdeniz Suyunun Genel Özellikleri	18
2.4. Akdeniz Suyunun Sıcaklığı.....	18
3. LAMİNASYON TEKNİĞİ.....	21
3.1. Laminasyon Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları	23
3.1.1. Avantajları.....	23
3.1.2. Dezavantajları	23
3.2. Laminasyonda katların düzenlenmesi	24
3.3. Laminasyonda uygulanan birleştirmeler	25
3.3.1. En birleştirmeler.....	26
3.3.2. Boy birleştirmeler.....	26
3.4. Laminasyonda ağaç malzeme seçimi	27
3.5. Laminasyonda asgari üretim şartlar	29
3.6. Yapışma Teorisi	29
3.7. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler.....	30

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
3.7.1. Anatomik yapısı	31
3.7.2. Yüzey yapısı ve düzgünlüğü	31
3.7.3. Pres basıncı ve presleme süresi	31
3.7.4. Kullanılan tutkalın özellikleri	33
3.7.5. Nem.....	33
3.7.6. Sürülen tutkalın katman alınlığı	34
3.7.7. Tutkalın Ağaç Malzemeye Sürülmesi	34
3.7.8. Lamine Elemanların Emprenye Edilmesi	34
4. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ.....	36
4.1. Türkiye’de Emprenye Endüstrisi	37
4.2. Genel Olarak Kullanılan Emprenye Maddeleri.....	37
4.2.1. Yağlı emprenye maddeleri	38
4.2.2. Organik çözücülü emprenye maddeleri.....	38
4.2.3. Mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal maddeler	38
4.2.4. Ardaklanmayı önleyici emprenye maddeler	38
4.2.5. Suda çözünen emprenye maddeleri.....	39
4.2.5.1. Suda çözünen emprenye maddelerinin faydaları.....	39
4.2.5.2. Suda çözünen emprenye maddelerinin sakıncaları	39
4.3. Emprenye Metotları	39
4.3.1. Basınç uygulayan metotlar	39
4.3.1.1. Dolu hücre metodu	40
4.3.1.2. Boş hücre metodu.....	41
4.3.2. Basınç uygulamayan metotlar	41
4.3.3. Besi suyunu çıkarma metodu	41
4.3.4. Difüzyon metodu.....	41
4.3.5. Yerinde bakım metodu	42
4.3.6. Kısa süreli daldırma metodu	42
4.4. Odunun Emprenyesi İle Anatomik Yapısı Arasındaki İlişki.....	42
4.5. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı.....	42
4.6. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı.....	43
4.7. Odunun Permeabilitesi	43
5. MATERYAL VE METOT	45
5.1. Materyal	45
5.1.1. Kullanılacak ağaç türleri ve genel özellikleri	45
5.1.1.1. Kestane (Castanea sativa Mill.).....	45
5.1.1.2. Karaçam(Pinus nigra).....	47
5.1.1.3. Larex (Larix decidua).....	49

İÇİNDEKİLER (devam)

	<u>Sayfa</u>
5.1.2. Kullanılan empenye maddeleri ve özellikleri	50
5.1.2.1. Protim WR 230	50
5.1.2.2. Wolmanit CB	51
5.1.2.3. Korasit KS	53
5.1.3. Kullanılan Tutkallar ve Özellikleri	53
5.1.3.1. Poliüretan tutkalı (PU)	53
5.1.3.2. Epoxy tutkalı	55
5.2. Metot	55
5.2.1. Deney numunelerinin hazırlanması ve tutkalanması	55
5.2.2. Numunelerin empenye edilmesi	56
5.2.3. Numunelerinin deneme alanına yerleştirilmesi	56
5.2.4. Mekanik özelliklerin belirlenmesi	57
5.2.4.1. Statik eğilme direnci	57
5.2.4.2. Yapışma direnci	58
5.2.4.3. Liflere paralel yönde basınç direnci	59
5.2.5. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi	62
6. BULGULAR	61
6.1. Mekanik Testlere Ait Bulgular	61
6.1.1. Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular	61
6.1.2. Eğilme direncine ait bulgular	75
6.1.3. Yapışma direncine ait bulgular	89
6.2. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular	101
7. SONUÇ TARTIŞMA VE ÖNERİLER	104
7.1. Mekaniksel Deneylere Ait Sonuçlar	104
7.1.1. Liflere paralel basınç direncine ait sonuçlar	104
7.1.2. Liflere dik yönde eğilme direncine ait sonuçlar	108
7.1.3. Yapışma direncine ait sonuçlar	113
7.2. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar	117
7.3. Öneriler Ve Tartışma	118
KAYNAKLAR DİZİNİ	122
EKLER	
1. Fiziksel incelemeler için denize daldırılan örneklerde elde edilen üçer aylık resimler	

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1 Laminasyonda katların düzenlenmesi	24
3.2 Yatay ve dikey lamine elemanlar	25
3.3 Liflere paralel basınca maruz kalan lamine katların düzenlenmesi	25
3.4 Laminasyonda kullanılan en birleştirme şekilleri	26
3.5 Laminasyonda kullanılan boy birleştirme şekilleri	27
3.6 Yapıştırıcı katmanın yapısı	29
5.1 Deneysel örneklerinin Akdeniz suyunda bırakıldığı yer	57
5.2 Eğilme direnci deneyi örnek boyutları	58
5.3 Yapışma direnci deneyi örnek boyutları	59
5.4 Basınç deneyi numunesinin şekli ve boyutları	60
6.1 Lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri	63
6.2 Lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri	65
6.3 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel basınç değerleri...	67
6.4 Poliüretan ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel basınç değerleri	69
6.5 Epoksi ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri....	71
6.6 Poliüretan ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel basınç değerleri	73
6.7 Epoksi ile lamine edilmiş karaçam odunun liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri	77
6.8 Lamine edilmiş karaçam odunun liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri.....	79
6.9 Lamine edilmiş kestane odununa ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri.....	81
6.10 Lamine edilmiş kestane odununa ait liflere dik yönde eğilme direnci değerleri.....	83
6.11 Epoxy ile lamine edilmiş larex odununda liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri	85
6.12 lamine edilmiş larex odununda liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri.....	87
6.13 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununda yapışma direnci değerleri	90
6.14 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununda yapışma direnci değerleri	92
6.15 Epoxy ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direnci değerleri	94
6.16 Poliüretan (PU) ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direnci değerleri	96
6.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci değerleri.....	98
6.18 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci değerleri	100
7.1 Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış lamine karaçam odununda basınç direnci değişimi.....	104
7.2 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış lamine karaçam odununda basınç direnci değişimi .	105
7.3 Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış lamine kestane odununda basınç direnci değişimi.....	106

ŞEKİLLER DİZİNİ (devamı)

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
7.4 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış lamine kestane odununda basınç direnci değişimi....	106
7.5 Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış lamine larex odununda basınç direnci değişimi	107
7.6 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış lamine larex odununda basınç direnci değişimi.....	108
7.7 Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış lamine karaçam odununda eğilme direnci.....	109
7.8 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış lamine karaçam odununda eğilme direnci	109
7.9 Epoksi ile yapıştırılmış lamine kestane odununda eğilme direnci değer değişimi.....	110
7.10 Poliüretan ile yapıştırılmış lamine kestane odununda eğilme direnci değer değişimi ..	111
7.11 Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış lamine larex odununda eğilme direnci değer değişimi	112
7.12 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış lamine larex odununda eğilme direnci.....	112
7.13 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununda yapışma direnci değişimi.....	113
7.14 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununda yapışma direnci değişimi	114
7.15 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direncinde değişimi.....	115
7.16 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direncindeki değişim..	115
7.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direncinde değişimi.....	116
7.18 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direncindeki değişim.....	117

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1 Akdeniz bölgesine ait ortalama deniz suyu sıcaklıkları	20
3.1 Ağaç cinslerine göre pres basıncı.....	32
5.1 AWPA Standartları'na göre CCA'nın bileşimi.....	52
5.2 Epoxy ve poliüretan tutkallarının genel özellikleri	54
6.1 Lamine edilmiş karaçam oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	62
6.2 Lamine edilmiş karaçam oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	64
6.3 Lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	66
6.4 Lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	68
6.5 Lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	70
6.6 Lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri	72
6.7 Liflere paralel basınç değerlerinde varyasyon analizi	74
6.8 Lamine edilmiş karaçam odununa liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler	76
6.9 Lamine edilmiş karaçam diri odununa ait eğilme direncine ait veriler	78
6.10 Lamine edilmiş kestane odununda liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler	80
6.11 Lamine edilmiş kestane odununda liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler.....	82
6.12 Lamine edilmiş larex odununda liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler.....	84
6.13 Lamine edilmiş larex odununda liflere dik yöndeki eğilme direnci veriler	86
6.14 Liflere dik yönde eğilme direnci değerlerinde varyasyon analizi	88
6.15 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununa ait yapışma direnci veriler	89
6.16 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış karaçam odununa ait yapışma direnci verileri	91
6.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direnci verileri.....	93
6.18 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direnci verileri.....	95
6.19 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci verileri.....	97
6.20 Poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci verileri.....	99
6.21 Yapışma direnci değerlerinde varyasyon analizi	101
7.1 Lamine karaçam odununda basınç direnci değişimi	105
7.2 Lamine kestane odununda basınç direnci değişimi	107
7.3 Lamine larex odununda basınç direnci değişimi.....	108
7.4 Lamine karaçam odununda eğilme direnci değişimi.....	110
7.5 Lamine kestane odununda eğilme direnci değişimi	111
7.6 Lamine larex odununda eğilme direnci değişimi	113

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam)

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
7.7 Lamine karaçam odununda yapışma direnci	114
7.8 Lamine kestane odununda yapışma direnci değişimi.....	116
7.9 Lamine larex odununda yapışma direnci değişimi.....	117

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
L	:Dayanak noktaları arasındaki açıklık
l	:Yapışma yüzey Uzunluğu
m²	:Metre kare
mm	:Mili metre
N	:Newton
NHA	:Maksimum kuvvet
SD	:Ortalama
δ_x	:Standart Sapma
σ_e	:Eğilme direnci

1.GİRİŞ

Ağaç işleri endüstrisinde hızlı gelişmelere paralel dünyadaki ve ülkemizdeki orman varlığı azalmış ve hızla azalmaya devam etmektedir. Ağaç malzeme insan yaşamında önemli bir yere sahiptir. Ağaç malzemenin; kolay işlenmesi, ısı ve sese karşı yalıtıcı olması, hafif olmasına rağmen direncinin yüksek olması, kolay işlenmesi, diğer malzemelere göre estetik olması ve bunun gibi birçok özelliklerinden dolayı ağaç malzemeye duyulan ihtiyaç ve kullanım alanı her geçen gün artmaktadır[1]

Ağaç malzemenin kullanımını esnasında büyük boyutlu ve kavisli elemanların tek parça olarak kullanılması, gerek ekonomik gerekse dayanım özellikleri bakımından pek uygun değildir. Büyük boyutlu taşıyıcı elemanların üretiminde tek parça masif ağaç kullanılması pratikte birçok zorluklar oluşturmaktadır. Çünkü ağaç malzemenin bünyesinde bulunan birçok kusur (budak, çürük, çatlak, lif kıvrıklığı, kurt yeniği v.b) giderilemez. Bu kusurları gidermek için kaliteli ağaç kullanılmalıdır. Bu da malzeme maliyeti artıracaktır. Kavisli elemanların üretiminde masif ahşabın tek parça kullanılması, fire oranını artırdığı için ekonomik değildir. Ağaç malzemenin verimli kullanılabilmesi, kusurlardan arındırılması ve eğri formlu imalatlarda liflerin diagonallığı nedeni ile direnç özelliklerinin azalmaması için laminasyon tekniğinin uygulanması zorunluluk arz etmektedir. Bu yöntemle küçük boyutlu ağaç malzemeler daha daha büyük boyutlu ağaç malzeme üretilmektedir. Ayrıca ağaç malzemeyi kusurlardan arındırarak kullanılma olanağı sağlamaktadır[2].

Tutkallar, ağaç işleri endüstrisinin temel girdilerinden biri olup bu alanın ayrılmaz bir parçasıdır. Laminasyonda kullanılan tutkallar ağaç malzemedен sonra en önemli yapı elemanlarıdır. 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[2]

Ağaç malzeme insanoğlunun kendi ihtiyaçlarını karşılamak için kullandığı en eski malzemelerden biridir. Yapısal özelliklerine göre farklı kullanım alanlarına sahiptir. Ancak kullanım yerlerinde biyolojik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı dayanıklı hale getirilmesi için kullanım amaçlarına göre çeşitli emprenye ve üst yüzey işlemlerinden geçirilmelidir. Aksi halde bulunduğu ortamdan, eskimesinden ve çeşitli mantarlar ve haşaratların etkisine maruz kalmaktan kısa sürede işlevini kaybedecektir[3].

Ağaç malzemenin iç ve dış mekanlarda yaygın olarak kullanımının yanı sıra deniz içerisinde de köprü, iskele, direk, liman tesisleri, ve dalga kıran gibi büyük çaplı yapılarda

olduğu gibi, gemi, yat ve daha küçük ölçekli yapılar da yapı malzemesi olarak uzun yıllardır kullanılmaktadır. Özellikle diğer yapı malzemelerine göre ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olması, ağaç malzemenin deniz içinde kullanımını teşvik etmiştir. Ağaç malzeme deniz içinde kullanıldığında da çeşitli ahşap zararlıları tarafından tahrip edilerek kullanım ömrü kısalmaktadır. En etkili koruyucu yöntem, kullanım yerlerinin özelliklerine göre çeşitli kimyasal maddeler ile odunun muamele edilmesidir. Ağaç malzemeye uygulanan bu işleme emprenye adı verilmektedir[3,4].

1.1. Çalışmanın Amacı

Bu kapsamda, yapılan çalışmanın amacı; deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemeye alternatif bir çözüm sunmak, deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemenin ömrünü uzatmak için çalışmalar yapmak ve lamine edilmiş ağaç malzemenin deniz suyuna 1 yıl süre bırakılmasında meydana gelecek olan fiziksel ve mekaniksel değişmelerin nasıl olacağını araştırmaktır. Bu nedenle ülkemizde yoğun halde bulunan karaçam, kestane ve dayanım özelliklerinin üstün olması nedeni ile larex ağaçları inceleme işlemine tabi tutulmuştur. Standartlara uygun olarak kesilen karaçam, kestane ve larex ağaçları epoxy ve poliüretan tutkalları ile yapıştirılarak lamine edilmiş, emprenye işlemine tabi tutularak deniz içerisine daldırılmıştır. Böylelikle emprenye ve tutkal çeşidinin, farklı ağaçlardan elde edilmiş lamine ahşap malzemenin, deniz içerisindeki fiziksel ve mekaniksel dayanımını nasıl etkileyeceği araştırılmıştır.

1.2. Literatür özeti

Berkel (1961), Deniz içerisinde doğal olarak kullanılacak ağaç malzemenin dayanıklı türlerinden seçilmesi, denizel odun delici hayvanların tahribatına karşı az-çok etkili olabilmektedir. Özellikle eterik yağ ya da silis içeren ağaç türleri dayanım açısından diğerlerine göre daha fazla dayanmaktadırlar. Ülkemizde deniz içi yapı malzemesi olarak yaygın kullanılan çam, meşe, kestane, ve servi ağaçları bu zararlılara karşı tamamen korunamamaktadır. Fakat, servi ve kestane odununun diğer türlere göre daha fazla dayandıkları belirtilmektedir. Ayrıca, sarıçam ve karaçam iskele direklerinin temiz sularda ortalama 5 yıl, zararlıların yoğun olduğu sularda 2-3 yıl, Haliç'in kirli sularında ise 8-10 yıl dayandığı gözlenmiştir[17].

Sekendiz (1981),Yapılan çalışmada Doğu Karadeniz sularına bırakılan sarıçam, ladin, meşe, kayın ve kestane ağaçları inceleme işlemine tabi tutulmuştur. Yapılan gözlemler ve deneyler sonucunda bu ağaç türlerinin bazı deniz canlılarına karşı dayanıklı olmadığı belirtilmiştir[18].

Berkel (1970), Ağaç malzemenin beton, metal, ve plastik maddelerle sarılması ya da demir, çinko, bakırdan yapılmış çivilerin ağaç malzemeye sık bir şekilde çakılması da koruma olarak etkili olmaktadır[4].

Sekendiz (1981), Küçük balıkçı teknelerinin omurga kısımlarının zehirli boyalarla boyanması ya da bu kısımlarının dayanıklı ağaç türlerinden hazırlanmış yalancı omurgalarla takviye edilmesi halen ülkemizin özellikle Karadeniz bölgesinde uygulanan basit koruma yöntemleri arasında yer almaktadır[18].

Bobat (1994), Basit ve pratik koruma yöntemleri dışında, deniz içinde kullanılan ağaç malzemeyi uzun süreli ve güvenli korumanın en etkili yöntemleri, ağaç malzemeyi uygun kimyasallarla emprenye etmektir. Bu amaç için en çok kullanılan emprenye maddesi kreozottur. Kreozotun ağaç malzemeye basit yöntemlerle uygulanması yeterli bir koruma sağlamakta, bu nedenle kazanda basınç yöntemleri kullanılmaktadır. Fakat, bazen kreozotlu emprenye edilmiş ağaç malzemede bile tahribat görülebilmektedir. McQuire, kreozot işlemleri odunun olası başarısızlığının nedenini yetersiz tutunma miktarına, kreozotun değişken yapısına ve denizel çevrede bulunan odun delici tür ve yoğunluğuna bağlamaktadır[4].

Bobat (1994), Avrupa'daki sularda önerilen kreozot tutunma miktarı yaklaşık 320 kg/m^3 , BWPA'nın önerdiği tutunma miktarı ise ağaç türüne göre 160-400 kg/m^3 arasında olmaktadır. Bu tutunma miktarındaki kreozot işlemi ılık sularda yeterli korumayı sağlamaktadır. Tropik sularda ise, daha fazla tutunma miktarı gerekmektedir. Amerika'da yapılan araştırmalar, düşük kreozot tutunma miktarlarının (125-256 kg/m^3) etkili olmadığını ortaya koymuştur. Kömür katranı kreozot ile 480 kg/m^3 tutunma miktarına sahip yumuşak odunlar kullanılarak yürütülen testlerde, 12 yıl sonra şiddetli tahribatlar görülmüştür. 272-320 kg/m^3 kreozot tutunma miktarlarının ökaliptus ağacında en iyi sonuçlar verdiği, fakat 270 kg/m^3 den daha az tutunma miktarlarına sahip yumuşak odunların Avustralya sularda yeterli korumayı sağlamadığı görülmüştür[4].

Bobat (1994), Deniz içinde kullanılan odunun zararlılara karşı korunmasında, kreozottan sonra en çok, suda çözünen tuzlar kullanılmaktadır. Suda çözünen tuzlarla pek çok testler yapılmış ve CCA (bakır-krom-arsenik), ACA (amonyaklı bakır arsenik), ZCA(çinko-krom-arsenik), ZCCA (çinko-bakır-krom-arsenik) tuzları, tutunma miktarlarındaki artışa koşul olarak, denizel odun zararlarına karşı etkili sonuçlar vermiş, fakat bakır içeren tuzlardan daha iyi sonuçlar alınmıştır. İsveç'te sarıçamın, bakır içeren 13 tuz formülasyonu ile emprenyesi sonucu yürütülen denemelerde, 6.5 yıl sonra bakır-krom, bakır-krom-arsenik ve bakır-krom-bor formülasyonları başarılı sonuç vermiştir[4].

Bobat (1994), Tatlı su içerisinde kullanılan ağaç malzemeler çeşitli yöntemlerle zararlılara karşı korunması olanaklı iken, deniz suyu içerisinde uzun yıllar boyunca tam bir koruma sağlanamamaktadır[4].)

Milton (1995), deniz delicileri, tuzlu sularında ve az tuzlu sularında deniz içindeki korumasız ağaç malzemeleri delerek yok eden bir tür deniz canlısıdır. Deniz delicileri en çok deniz içindeki ağaç malzemenin su içerisinde kalan kısmına zarar vermektedir. Bunların zararları sonucunda ağaç malzeme çok kısa bir sürede çürümektedir. Ağaç yüzeylerinde çok küçük tüneller ve yollar açarak ağaç malzemenin kırılmasına neden olurlar. Deniz sularında yapılan testler sonucunda CCA'nın ve kreozotun bazı tür deniz delicilerine karşı ağaç malzemeyi koruduğu kanıtlanmıştır. Bununla birlikte ağaç malzemeyi deniz delicilerin saldırılarından engellemenin bir diğer yolu, plastik malzemelerle ağaç malzemeni kaplanmasıdır. Bu da uzun süreli ağaç malzemeyi denizel zararlardan korumaktadır[19].

Thomasson and all(1988), deniz içindeki iskeleler, ahşap tekneler, ahşap yapılar deniz delicileri diye bilenen canlılar tarafından tahrip edilmektedir. Deniz içerisindeki korumasız ağaçlar, bu canlılar tarafından 1 ya da daha kısa bir zaman içinde tahrip edilmektedir. Ağaç malzemenin kullanım esnasında, her zaman çeşitli kimyasallarla muamele edilerek kullanılmalıdır. Bunun yanında deniz delicilerine karşı doğal dayanımı yüksek olan ağaç türleri tercih edilmelidir[20].

Turner (19719, ve İbrahim (1981), yapılan araştırmada, deniz suyunun sıcaklığının artmasıyla denizel odun delicileri sayılarında ve aktivitelerinde artış görüldüğü ortaya çıkmıştır. Ayrıca denizel odun delicilerin dağılımını etkileyen bir diğer faktör de deniz suyundaki tuzluluk oranıdır[21].

Eaton (1985), denizde, odunun çürümesine, mantarlar ve deniz zararlıları tarafından tahrip edilmesine karşı kullanım süresini artırmak için, koruyucu önlemlerin alınması gerekli olmaktadır. Tropik bölgelerde, deniz inşaatları için doğal dayanıklı odun türleri geleneksel olarak kullanılmıştır. Bu keresteler tropik sularda yüzyıllarca kullanılmış ve gerektiğinde yenilenmişlerdir. Bununla birlikte, bu türlerin temini ve maliyetlerindeki artış ile denizde kullanılmak üzere daha az dayanıklı türlerin korunması gerekli olmuştur. Bu işlem, odunun kimyasal koruyucular ile empenyesi ya da kereste yüzeylerine fiziksel ve kimyasal bariyerlerin uygulanması suretiyle gerçekleştirilmiştir[22].

Banalce (1976), gemi ve botların, denizel odun delici canlılara karşı korunması ihtiyacı uzun yıllar önce anlaşılmıştır. 15 ve 16. yüzyıllara ait kayıtlarda Batı Avrupa, Hindistan ve

Çin'de çeşitli materyallerin kullanıldığı görülmektedir. Mevcut kayıtlar geleneksel metodların günümüzde hala kullanıldığını göstermektedir[4]

Santhakumaran and Jain (1981), Hindistan'da çeşitli materyaller kullanılarak yöresel odun koruma metodları araştırılmıştır. Toplam olarak 15 metodun araştırıldığı çalışmada, ahşap direkler 3 yıl boyunca Cochin limanında denize bırakılmıştır. Dokuz ay sonra, emprenye edilmemiş örneklerde çeşitli deniz zararlılarını saldırılarına maruz kalmıştır(Cherian and Cherian, 1975). Yine bu ülkede, balıkçı teknelerinin denizel odun delicileri tarafından tahrip edilmesi sonucu önemli maddi kayıplar meydana geldiği, kayık yapımında kullanılan 59 ağaç türünün tümünün denizel odun delicileri tarafından hızlı şekilde tahrip edildiği belirtilmektedir[4]

Eaton (1985), deniz suyunda odunun korunması için kimyasal koruyucu işlemler, toksik kaplama malzemelerinin yanında metal, beton, ve plastik gibi fiziksel bariyerler de başarıyla kullanılmıştır. Ayrıca, demir çelik, kurşun, çinko, ve bakır gibi metaller de kullanılmıştır. Beton kasalar kırılabilme ve çatlayabilme özelliklerine rağmen deniz direklerinin korunmasında etkili olmuştur. Filipinler'de betonla örtülmüş ahşap direkler 15-20 yıl hizmet verebilmektedir. Beton kılıflar A.B.D. ve Avustralya'da etkili olmuş, ahşap turpentin direkleri Sidney limanında 15 yıl sonra deniz zararlılarına karşı koruma sağladığı görülmüştür[4].

Son yıllarda, ahşap kazıklar için kaplama malzemesi olarak plastiklerin kullanımı ilgi çekmiştir. Plastik kaplamalar, 1950'lerin ortalarından beri Kaliforniya'da kullanılmakta ve tam bir koruma sağlamaktadır. Hong Kong, Panama ve Brezilya'da deniz zararlılarından birinin PVC'ye nüfuz ettikleri görülmesine rağmen, polivinil klorid (PVC) ve polietilen sargılar uygun şekilde kullanıldıklarında sırasıyla 25 ve 5 yıl hizmet vermektedir. Ayrıca, tesis masraflarını azaltmak amacıyla Los Angeles limanında yeni bir gelişme olarak, ahşap direkler üzerinde ısıyla büzülebilen polietilen film kullanılmıştır. Hindistan'da ise fiberglas/polyester kaplamaların 18 ay boyunca odun bloklarını deniz zararlılarının saldırılarından koruduğu tespit edilmiştir[4]

Denizde kullanılan ahşap direkler, yüz yıllardır deniz zararlılarına karşı etkili bir koruma sağlamak amacıyla kreozot ile emprenye edilmektedir. 1963 yılına ait kayıtlarda, İskoçya'da 1013 adet kreozot ile emprenye edilmiş direğin 12 yıl aradan sonra oldukça sağlam kaldığı belirtilmiştir. O zamandan beri, kreozot ile emprenye edilmiş ahşap malzemenin denizde etkinliği üzerine çok sayıda rapor yazılmıştır. En yaygın metot olarak kreozot ile basınç işlemi uygulanmıştır. Fakat kayıtlara göre, bazı örneklerde çok kısa süreli bir koruma sağladığı belirtilmiştir[4]

Barnacle (1976), Ağaç malzeme üzerinde kreozotun yüzey uygulamaları, deniz delicilerine karşı düşük oranda bir koruma sağlamaktadır. Bu yüzden ağaç direklerin empenyesi için Dolu hücre yöntemine gerek duyulmaktadır. Avrupa denizlerinde kreozotlu empenye işlemleri için önerilen minimum retensiyon miktarı yaklaşık olarak 320 kg/m^3 tür[4].

Tropik denizlerde, kreozot ile empenye edilmiş iğne yapraklı ağaç direklerinin başarısız sonuçlar verdiği rapor edilmiştir. Douglas göknarı kullanılan testler, Singapur'da 13.5 yılda, Colombo'da ise 10.5 yılda yapılmıştır. Bu çalışmalarda kullanılan örneklerde, $192\text{-}224 \text{ kg/m}^3$ oranlarında kreozot kullanılmıştır. Ayrıca testlerde % 5 bakır-krom ve % 1 ile % 5 oranlarında bakır naftenat takviyeli kreozot kullanılmıştır. Deneme sonunda bütün örnekler tahrip edilmiş ve kullanılan 4 koruyucunun etkinliğinde hiçbir fark görülmemiştir. Filipinler'de 6 yıl süren çalışmalarda, kreozot ile empenye edilmiş Douglas göknarının başarısızlığının sebebi olarak, bir tür deniz canlısı örnek olarak gösterilmiştir[4].

Eaton (1985), A.B.D. de kreozot ile empenye edilen iğne yapraklı ağaçların kısa sürede tahrip edildiği kayıtlara geçmiştir. Yapılan çalışmalarda, kreozot ve kreozot-kömür katranı ile empenye edilen *pinus southern* in deniz delicilerine karşı etkili olduğu görülmüştür. Düşük retensiyonlarda ($128\text{-}256 \text{ kg/m}^3$) kreozot ve kömür katranı kreozotu ile iğne yapraklı ağaçların empenyesi sonucu 2 yıl içerisinde tahribata uğramışlardır. Daha sonraki yapılan testlerde ise kreozot ve kömür katranı kreozotu (480 kg/m^3) ile empenye edilmiş iğne yapraklı ağaçlar 12 yıl sonra tahribata uğramışlardır[4].

Sidney'de yapılan bir çalışmada 320 kg/m^3 K55 kreozotu ile empenye edilen Radiata çam (*Pinus radiata*) direkleri 6 yıl içerisinde tahrip olmuştur. Yüksek konsantrasyonlarda (500 kg/m^3) empenye edilen Radiata çam örnekleri, 12 yıl aradan sonra orta şiddetteki tahribata uğramışlardır. Bununla birlikte, Güney Avustralya'da K55 kreozotu ile empenye edilmiş Radiata çam direkleri üzerinde, 18 yıl içerisinde orta şiddette tahribatlar meydana gelmiştir. Yine bu çam türünün üç çeşidinde yüksek oranda (500 kg/m^3) kreozotla empenye edildikten sonra 11 yıl sonunda tahribata uğramıştır[4].

Sarıçam örnekleri kreozot ile ve kreozota ilave CCA ve sentetik piretroidler ile empenye edildikten sonra, Avustralya ve Papua Yeni Gine'de üç tropikal bölgede 59 ay, Singapur'da dört bölgede 44 ay süreyle, denizel delicilerin etkili olduğu yerlere maruz bırakılmıştır. Empenye edilmemiş örnekler 2 yıl içerisinde tahrip edilmiştir. Tüm bölgelerde kreozot içeren koruyucularla empenyeli örneklerde bazı zararlıların tahribatı olurken bazı zararlılarında tahribatı görülmemiştir[4].

Progress Report (2000),Emprenyeli ve emprenyesiz ağaç malzemenin deniz suyuna karşı dayanımını belirlemek için yapılan bu çalışmada çeşitli ağaç malzemeler değişik denizel çevrelere bırakılmış ve deneysel işlemlere maruz bırakılmıştır. Louisiana'daki su içerisindeki örneklerin yaklaşık %90'nı zararlı böcekler tarafından tahrip edilmiş ve ortalama kullanım süresi 27 ay olarak tespit edilmiştir. Mississippi'deki emprenyesiz kontrol örnekleri ise 16-25 ay içerisinde kullanılamaz hale gelmiştir. Duglas köknarı numuneleri ise Mississippi'de ortalama olarak 4 yıl emprenyesiz dayanabilmektedir. Farklı oranlarda çinko arsenik ile muamele edilmiş numuneler ise Zone kanalında 15.5 yıl, Mississippi'de ise 51.5 yıl dayanabilmektedir[23].

Johnson and Gutzmer (1984), yapılan deneysel çalışmada kreozotla işlem görmüş ağaç malzemeler, deniz içerisine beklemeye bırakılmıştır. Yapılan gözlemlerde ve çalışmalarda ağaç malzemenin deniz içinde 13-14 yıl bozulmadan dayanabildiği ve bunun tersine, işlem görmemiş ağaç malzeme ise 6-18 ay içerisinde çürümekte ve deniz zararlıları tarafından tahrip edilmekte olduğu belirtilmiştir[24].

Ibach, yapılan çalışmada bakır ve arseniğin çeşitli bileşenleri ile emprenye edilen ağaç malzeme deniz içerisindeki zararlılara karşı dayanım sağlarken, özellikle çift emprenye edilmiş numuneler deniz zararlılarının tümüne karşı daha etkin bir koruma sağladığı belirtilmiştir[25].

Deniziçi yapı malzemesi olarak ya da herhangi bir amaçla deniz içinde kullanılacak olan doğal ağaç malzeme deniz içinde odun zararlıları tarafından kısa sürede tahrip edilmektedir. Deniz zararlılarının tür, yoğunluk ve tahribat şiddetlerine göre ağaç malzemenin dayanma süresi değiştiği gibi, ağaç türü ve deniz suyunun özelliklerine göre de değişebilmektedir. Örneğin, temiz sularda ve zararlı canlıların yoğun olduğu bölgelerde korunmasız iskele direkleri 1-3 yıl, zararlı canlıların az olduğu kirli sularda ise 8-10 yıl dayanabilmektedir. Korumasız küçük boyutlu ağaçlar ise, çok daha kısa sürede kullanılamaz hale gelmektedir[4].

Sivrikaya(2003), deniz içinde uzun süre kullanılacak ağaç malzemelerin mutlaka emprenye edilerek ağaç malzemenin korunması gerekmektedir. Deniz içinde kullanılan ağaç malzemenin korunmasında bu güne kadar diğer emprenye maddeleri koruma yapmasına nazaran kreozot bu konuda güvenilirliğini kanıtlamış bir emprenye maddesidir. CCB tuzları ile emprenye edilmiş ağaç malzeme de, deniz içinde korunmasız olarak kullanılan ağaç malzemeye göre daha iyi dayanım göstermektedir. Kreozotla yeterli derecede emprenye edilmiş ağaç malzeme en az15-20 yıl, CCB tuzları ile yeterli derecede emprenye edilmiş ağaç malzeme ise 10-15 yıl çürümeden dayanabilmektedir. Ağaç malzemenin korunması olanağı yoksa, denizde kullanmak için doğal dayanımı fazla olan ağaç türleri mümkünse öz ve öze yakın diri odun

kısımları kullanılmalıdır. Daha önce yapılan çalışmalarda tanalith-C (CCA) ile empenye edilmiş sarıçam öz ve diri odununda denizde uzun süre bekletildiğinde ahşap yüzeyinde herhangi bir çürükle karşılaşılmamıştır[3]

Johnson(1977), ılıman ve ılıman olmayan sularda, iğne yapraklı ağaçların suda çözünen tuzlarla CCA ve ACA empenyesinin denizdeki zararlılara karşı yeterli bir koruma sağladığı saptanmıştır[3].

Barnacle (1976), Tanelith C ile empenyeli iğne yapraklı ağaç malzemelerin tropikal denizlerde, deniz zararlılarına karşı koruma sağladığı görülmüştür[3].

Johnson and Gutzmer (1990), kreozot, suda çözünen tuzlar ve modifiye polimerler gibi farklı kimyasal maddeler ile empenye edilmiş ahşap malzemeler deniz içerisinde çürümeden 19 yıl kalabilmişlerdir. Emprenyesiz ahşaplar ise 6-18 ay içinde çürümüşlerdir[26].

Vind and Noonan (1964), yapılan çalışmada deniz içerisinde kullanılan keresteleri korumak için çeşitli kimyasallarla bir sistem geliştirilmiştir. Deney numuneleri test kimyasalları ile muamele edilerek sıcak deniz suyuna maruz bırakılmıştır. Bakır ve birçok bakır bileşiğinden oluşan bileşimin deney numunelerini deniz suyu içerisinde uzun süre koruduğu belirlenmiştir. Fakat bazı kimyasallar (civa bileşimleri, organik boyalar, organik böcek kovucular, gümüş tuzları) ağaç malzemeyi korumada uzun süre başarılı olamadığı vurgulanmıştır[27].

Evdin and Pillai (2004), Yapılan bu çalışmada deniz içinde kullanılacak kauçuk ağacının, deniz zararlıları tarafından tahribatı incelenmiştir. Bu çalışmada bakır kreozotu, arsenik kreozotu, bakır-krom-arsenik ve kreozotlar seçilerek onların deniz içerisinde bulunan ağaç malzemenin çürümesini engellemeleri karşılaştırılmıştır. Emprenye edilmiş örnekler, Cochin limanda test alanına bırakılmıştır. Bu sırada deniz içindeki örneklerin deniz zararlıları tarafından tahrip edilmeleri hem görsel olarak hem de mekanik dayanıklılık testleri sonucunda belirlenmiştir. Bu çalışmalar sonunda empenye edilmeyen örnekler 6 ay içinde çürümeye başlarken empenyeli örneklerin çürümeleri uzun süre engellenmiştir[28].

Deniz içinde ve deniz çevresinde kullanılan bütün keresteler uygun empenye maddeleri ile empenye edilmektedir. Buradaki koruyucu empenye seçimi ağaç malzemenin deniz içinde ne amaçla (kazık, kereste, tekne, kaplama vs) ve hangi su ortamında kullanılacaksa (soğuk, sıcak, tropical, tatlı su, tuzlu su vs.) ona uygun olarak seçilmektedir. Böylece ihtiyaçlar tam olarak karşılanabilmektedir[29].

Gardner vd (2004), Fiber takviyeli polimer kompozitler yüksek dayanıklılık ve sertliğinden dolayı deniz içerisinde, taşımacılıkta ve altyapı sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu nedenle FRP ile güçlendirilmiş ağaç ve ağaca dayalı materyaller özellikle su içerisindeki köprü direkleri, güverte, iskele ve rıhtım işlerinde çok kullanılmaktadır[30].

Weiss (1996), Sahil şeritlerinin geliştirilmesi sırasında, direk ve kazık gibi bir çok ağaç yapı malzemeler deniz içinde kullanılmaktadır. Ağaç malzemelerin bu bölgelerde kullanımı esnasında bir çok deniz canlıları tarafından tahrip edilmektedir. Bu nedenle bunlara karşı koruyucular geliştirilmektedir. A.B.D.'de yapılan çalışmaların çoğunda deniz içerisinde kullanılan ahşap malzemenin korunmasında CCA tercih edilmiştir. CCA, ağaca basınç yöntemi ile nüfuz ettirilmiş ve deney alanına bırakılmıştır. Çalışmalar sonucunda CCA'nın deniz içinde kullanılan ağaç malzemeyi uzun süre koruduğu gözlemlenmiştir[31].

Arntzen (1994), 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. Böcekler, bazı ağaç zararlıları, mantarlar ve denizel zararlılar ağaç malzemenin mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir. Tüm bu zararların oluşumu, mekanik bariyerler, doğal dayanıklı malzemeler, çeşitli kimyasal maddeler kullanarak engellenebilmektedir[32].

Kocatürk (2000), Üre-formaldehit tutkalının, suya karşı direncini arttırmak amacıyla, Polivinilalkol ve melamin ile modifiye edilmiş, deneyi sonucunda diğer deney örneklerine göre modifiye edilen tutkalın yapışma direncinin daha iyi olduğu belirtilmiştir[14]

Dickey (2003), Ağaç malzeme yapı malzemesi olarak, güverte, liman, direk, oyun alanı ekipmanları, bölme, iskele, faydalı kazık ve diğer kullanımlar için yaygın olarak kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin doğal dayanıklılık, yenilenebilir, ucuz olmasına rağmen, özellikle dış kapılarda, dış ortamlarda ve deniz içerisinde kullanımı esnasında çeşitli mantarların, böceklerin, deniz delicilerinin saldırılarına maruz kalmaktadırlar. Buralarda kullanılan ağaç malzemenin kullanım ömrünün arttırılması, çeşitli kimyasallarla ve çeşitli önlemlerle mümkündür. A.B.D.'de yıllık olarak yaklaşık 700 milyon paund ağaç koruyucu kullanılmaktadır (USEPA,1999). Bununla birlikte kullanılan ağaç koruyucuların çoğu insan sağlığı ve çevresel etkileri için zehirli artıklar ve tehlikeli kimyasallar içermektedir. Bu nedenle kullanılan ağaç koruyucuların verdikleri zararların en aza indirilebilmesi için uygun yerlerde

uygun ağaç koruyucuların kullanılması gerekir. Ayrıca mümkün olduğu kadar doğal dayanımı fazla olan ağaçlar seçilmelidir[33].

Woods and Cookson, Ağaç malzemenin çürümesini engellemek için bir çok sayıda geleneksel ağaç koruyucu maddeler ve teknikler vardır. Bununla birlikte, bunların çoğu denizel çevrelerde etkili değildir. Kreozot iyi bir ağaç koruyucu olarak bilinir fakat deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemedede özellikle de sıcak sularda sınırlı bir koruma sağlamaktadır. CCA (chromated copper arsenate), ACA(ammonikal copper arsenate), TBTO (tributyltin oxide) iyi birer koruyucu olarak bilinmekle beraber ağır metaller içermektedir. Ağaç malzemeyi korurken mekanik dayanımını azaltmaktadır. Ağaç malzemenin kolayca ayrılarak bozulmasına neden olur. Ayrıca yüksek zehirlilik oranlarından dolayı çevresel zararları vardır. Ağaç koruyucularla ilgili yapılan çalışmalarda ve testlerde Chlorothalonil'in deniz delicilerine karşı etkili bir koruyucu olduğu belirtilmektedir[34].

Australian Government (2003), Deniz içerisinde kullanılan ağaç yapıları malzemeler, ağaç gövdesi üzerinde 3 bölgeden tahribata uğramaktadır. Bunlardan birincisi, deniz içerisinde toprağa gömülü kısım, ikincisi; toprakla ile deniz suyunun üst seviyesinin arasında kalan kısım, üçüncüsü ise, suyun üstünde kalan kısımdır. Burada ağaç malzeme üzerinde en tehlikeli bölge su içerisinde kalan bölgedir. Çünkü, deniz organizmaları en çok bu bölgede aktif olmaktadır. Deniz zararlılarından bazı türleri, ağaçlarla beslenirken bazı türleri de ağaçlarla beslenmezler fakat gövdesinde delikler açarak dayanımını azaltırlar. Deniz içerisinde ve denizel çevrede kullanılan ahşap malzemeyi korumak için, özellikle doğal dayanımı fazla olan ağaç türleri seçilmelidir. Bunun yanında ağaç gövdesine kimyasal maddeler emdirilerek ve mekanik bariyerler koyarak bu zararlar en aza indirilebilir[35].

Highley (1999), Dünya'nın hemen hemen her yerinde deniz içinde kullanılan ahşap malzemeler deniz organizmaları tarafından tahrip edilmektedir. Özellikle tuzlu ya da az tuzlu sularda bu tahripler fazlası ile görülmektedir. Bu saldırılar nehirlerde de olmakta ve nehir sularının sıcak ve tuzlu bölgelerinde fazlası ile görülmektedir. Güney Atlantik sahillerinde, Pasifik'te, körfezlerde, yapılan deneylerde emprenyesiz ağaçların 1 yıl içerisinde hatta daha az zaman da tahrip edildiği belirtilmiştir. İngiltere sahilleri boyunca su sıcaklığının düşük olması nedeni ile bu saldırıların oranı düşük olmakla beraber ahşap malzemenin tam olarak korunması sağlanamamıştır[36].

Bobat (1994), Deniz içinde kullanılan ağaç malzeme, deniz zararlıları tarafından hem besin maddesi hem de sığınak olarak kullanılmaktadır. Ağaç malzeme deniz içerisinde öncelikle

liflere dik, daha sonra ise liflere paralel biçimde zararlı hayvanlar tarafından oyuklar açılarak tahrip edilmektedir. Böylece, denizde bulunan malzemenin denizel odun delicileri tarafından tahribi sonucu, bir değişmeden daha çok yok etme söz konusu olmaktadır. Bu durumda, ağaç malzemenin çürükçül mantarlardan farklı olarak denizel zararlılar tarafından tamamen tahribatını gösterir[4].

Keskin ve Togay (2004), Bu çalışma, 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 yapılmıştır. Bu maksatla 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[15].

Altınok ve Döngel (2002), Yapılan çalışmada daha çok ahşap imalatlarda 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[37].

Karaaslan (2004), Yapılan çalışmada, 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 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[14]

Döngel (1999), lamine ağaç malzemede en yüksek eğilme direncinin PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 5 katmanlı Doğu kayını'nda elde edildiğini, bunu sırası ile azalarak desmodur-VTKA tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı sarıçam, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı meşe, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı Doğu kayını, klebit 303 tutkalı ile yapıştırılmış 3 katmanlı sarıçam ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmış 7 katmanlı meşenin izlediğini bildirmiştir[13].

Demetçi(1991), çam göknar, kayın, meşe ve Akçaağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılmasıyla elde edilen ağaç malzemede tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarıma direncinde önemli olduğu belirlenmiştir[38].

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[39].

Ulupınar (1998), West epoxyli laminasyon sisteminin ağaç kotra yapımında uygulanabilirliği üzerine yaptığı araştırmada, epoxy tutkalı ve Ekop (Tetra berlinia) ağacı kullanılmıştır. Kotranın; omurga ve kemerlerinde lamine katların lif yönleri paralel, dış kaplamada ise katların lif yönleri 45° diyagonal gelecek şekilde düzenlenmiş ve 18 m boyunda kotra inşa edilerek denize indirilmiştir. Kotra, denize indirildikten 2 yıl süre ile 3'er aylık periyotlarda incelemeye alınmıştır. İncelemeler sonucunda, tutkal katlarında deformasyon olmadığı gözlenmiştir. Klasik yöntemle inşa edilen kotraların, dış yüzeylerine sürülen boya ve vernik gibi koruyucu maddelerde, çok kısa süre sonra çatlama ve dökülmeler olduğu, oysa lamine sistemle yapılan kotrada fazla şekil ve boyut değiştirmesinden dolayı mobilya endüstrisinde kullanımı sınırlı olan ekop ağacı kullanılmasına rağmen, boya ve vernikte herhangi bir deformasyonun meydana gelmediği saptanmıştır[11].

Moody (1981), Gökmar ve Güney çamlarından tek katlı ve çift katlı lamine edilmiş kerestelerin liflere paralel basınç dirençlerini belirlemek üzere yaptığı çalışmada, 2.ve 3. kalite sınıfı Gökmar ve Güney çamı keresteleri kullanılmıştır. Araştırma sonucunda, çift katlı hazırlanan numunelerin basınç dirençlerinin tek katlı olarak hazırlanan numunelerden daha yüksek olduğunu belirlemiştir[2].

Jsnoviak (1994), Lamine edilmiş meşe ve akçaağacın liflere paralel basınç dirençlerinin belirlenmesi üzerine yapılan çalışmada, akçaağaçta 4 katlı laminasyon, meşede ise 3 katlı laminasyon uygulamışlar ve lamine katlarda herhangi bir boy birleştirme uygulamamışlar. Yapıştırılmalarda, meşe numunelerde Fenol Resorsin formaldehit, Akçaağaç numunelerde ise Resorkin tutkalı kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, meşede 453 kgf/cm², akçaağaçta ise 434 kgf/cm² basınç dirençleri elde edilmiş ve bu değerlerin yapı standartlarındaki kabul edilebilir değerlere uyum sağladığını belirlemişlerdir[2].

Brothers (1987), yat, ve kontra yapımında kullanılan ahşap, alüminyum, fiberglas ve çelik malzemelerinin denizde meydana gelen dalgaların şok etkisi ile yorulmalarının belirlenmesi üzerine yaptığı araştırmada, deney numunelerine 3 saniye aralıklarla 1 milyon adet dalga kuvveti uygulamış ve yorulma dirençlerini ölçmüştür. Araştırma sonucunda Epoxy tutkalı lamine ahşapta % 40, çelikte %55, alüminyumda %60, fiberglas'ta %80 oranında direnç azalması olduğu, sonuçta epoxy tutkalı lamine ahşabın yorulma direncinin alüminyum, çelik ve fiberglas'a göre daha yüksek olduğunu saptamıştır[2].

Demetçi (1991), çam, köknar, kayın, meşe ve akçaağaç odunlarının, polivinilasetat ve epoxy tutkalı ile elde edilen ağaç malzemenin mekanik özellikleri üzerine ağaç türü, tutkal çeşidi ve farklı yatırma ortamlarında bekletmenin etkilerini araştırmıştır.

PVA tutkalı ile yapıştırılmış numunelerde seçilen yatırma ortamı:

1- %65±5 bağıl nem ve 20 °C±2 sıcaklık derecesi şartlarında klima odasında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletme,

2- 30 °C±1 sıcaklıktaki suda 3 saat kaldıktan sonra bunu izleyerek 20 °C±1 sıcaklıktaki suda 10 dakika.

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış numunelerde seçilen yatırma ortamı:

1- %65±5 bağıl nem ve 20 °C±2 sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletme,

2- 67 °C±2 sıcaklıktaki suda 3 saat bekletme.

Araştırma sonucunda, kullanılan ağaç türlerinde liflere paralel yönde çekme, makaslama, liflere paralel yönde basınçta makaslama, çekmede yarıma ve basınçta yarıma direnci deney sonuçlarında, ağaç türlerine göre farklılıklar olduğu, bununda ağaç türleri

arasındaki fiziksel ve mekanik farklılıklardan kaynaklandığı, ağaç türünün yapışma dayanımına etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir.

Tutkal türlerinin yapışma direnci üzerinde etkisinin, liflere paralel yönde çekmede makaslama, basınçta makaslama ve çekmede yarıлма direncinde önemli olduğu, basınçta yarıлма direncinde ise önemli olmadığı saptanmıştır.

Yatırma ortamları ile yapışma dirençleri arasındaki ilişkinin önemli olduğu, 20 °C±2 sıcaklık ve %65±5 bağıl nemde klimatize edilen numunelerin direnç değerlerinin 67 °C±2 sıcaklıktaki su içinde yatırılan numunelere göre daha yüksek yapışma dayanımı gösterdiğini belirtmiştir.

Kesit yüzeylerinin yapışma dayanımı üzerine etkisinin yalnızca Epoxy tutkalı çekmede yarıлма ve basınçta yarıлма dirençlerinde etkili olduğu, teğet yüzeylerin radyal düzeye göre daha yüksek yapışma dayanımı gösterdiği, diğer direnç deneylerinde ise kesit yüzeylerinin direnç değeri üzerinde önemli bir etki yapmadığını belirlemiştir[2].

Örs(1981), yapılan çalışmada, polivinilasetat, fenol formaldehit tutkalları ile Sarıçam, Doğu Ladini, Doğu Kayını, ve Uludağ Göknarı ağaç türlerinin kama birleştirmede mekanik özellikleri üzerine kullanılan tutkal, ağaç türü ve çeşitli ortam şartlarında bekletmenin etkilerini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, kullanılan tutkal türlerinin makaslama, eğilme ve çekme dirençlerine etkisinin olmadığı, ağaç türleri arasında görülen farklılığın ise ağaç türleri odunlarının mekanik özelliklerindeki farklılıktan kaynaklandığını belirtmiştir. 6 saat 100 °C kaldıktan sonra 2 saat süreyle 20 °C suda bekletilen örnekler üzerine yapılan deney sonuçlarına göre Üreformaldehit tutkallı numunelerin direnç değerleri standartlarda belirtilen değerlerin altında bulunmuş, Fenol formaldehit tutkallı numunelerin direnç değerlerinin ise standartlara göre kabul edilebilir olduğu belirtilmiştir. Kaynatma ortamında bekletilen örnekler üzerinde yapılan deneyler sonucunda Fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış örneklerin kohezyon ve adhezyon kuvvetini kaybetmeyerek yeterli direnç gösterdikleri gözlenmiştir[2].

Laufenberg(1982), yaptığı çalışmada Göknar ağacı ve Fenol resorsin tutkalı ile masif-masif, kaplama-masif, kaplama-kaplama laminasyonu yaparak makaslama ve tutkal hattına dik yönde çekme direncini araştırmıştır. Deney numunelerini ASTM 2559'da belirtilen farklı ortamların (suda yatırma, vakum, basınç, kurutma) etkisinde bırakılarak testler yapılmıştır. Araştırma sonucunda, farklı bir ortamın etkisine bırakılmayan numunelerde tutkal hattına dik çekme direnci en yüksek masif-masif numunelerde, daha sonra masif-kaplama ve en düşük olarak da kaplama-kaplama numunelerde belirlemiştir. Suda yatırılan numunelerde en fazla

direnç azalmasının masif-masif numunelerde olduğunu fakat bu değerin normal şartlarda elde edilen kaplama-kaplama değerine çok yakın oluşu, diğer numunelerde ise yaş ve kuru ortam direnç değerleri arasında fark olmadığını saptamıştır[2].

Gupta at all(1994), Sibirya ormanlarından alınan larex (*Larix decidua*) ağaçları üzerinde fiziksel deneyler yapılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda alınan tüm larex türleri üzerinde, yapılan mekaniksel testlerde olumlu sonuçlar vermiştir. Bu nedenle bu ağaç türleri mekanik dayanım isteyen yerlerde kullanılmaktadır[40].

Gupta at all(1997), Yapılan çalışmada, Rusya'nın doğusundan elde edilen Larex ağacı türlerinden elde edilen keresteler üzerinde gerilim test uygulanmıştır. Yapılan testler sonucu, görsel olarak değerlendirilmiştir. Çıkan sonuçlar olumlu yönde ve kabul edilebilir değerler arasında görülmüştür[41].

2. AĞAÇ MALZEMENİN DENİZ ORTAMINDA KULLANIMI VE KORUNMASI

Ağaç malzeme deniz suyu içerisinde uzun yıllardır köprü, iskele, liman tesisleri ve dalga kıran gibi büyük yapıların yapımında olduğu gibi gemi, tekne, yat ve sahil evleri gibi küçük yapıları üretiminde de kullanılmaktadır. Özellikle diğer yapı malzemelerine göre ucuz ve yenilenebilir bir kaynak olması, ağaç malzemenin deniz içerisinde kullanımını artırmıştır.

Dillon(2005), Ağaç malzeme, köprülerde, limanlarda, iskelelerde, diğer sualtı ve su üstü yapılarda yaygın olarak kullanılan bir malzemedir. Ağaç malzemeler bu bölgelerde yaygın olarak kullanılırken mantar çürümelerine ve deniz delicilerinin saldırılarına maruz kalmaktadır. Ağaç malzemenin bu şekilde bozulması özellikle, tuzlu sularda ve tuzlu su bölgelerinde yaygın olarak görülmektedir. İşte bu nedenlerden dolayı, deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemede meydana gelen mantar çürümesi ve deniz delicilerinin verdikleri zararların oranlarını azaltmak için ağaç içerisine çeşitli kimyasallar emdirilmektedir. Koruyucu kimyasallarla işlem görmüş ağaç ve ağaç yapıları malzemeler uzun yıllardan beri deniz ortamında kullanılmaktadır. Suya maruz kalan bazı ağaç türleri doğal olarak dayanıklı olsa da kullanılacakları zaman çeşitli kimyasallarla muamele edilmektedir. Bu nedenle A.B.D.'de ve Dünya'nın hemen hemen her yerinde başlıca koruyucu olarak kreozot kullanılmaktadır[5].

Deniz ortamında ağaç malzemenin korunmasına yönelik önemli çalışmalar gerçekleştirilmiş olmasına karşın, bunların çoğu ılıman bölgelerde yapılmıştır. Deniz zararlıları tropik bölgelerde daha şiddetli olmasına karşın buralarda az sayıda araştırmalar yapılmıştır. Yapılan çalışmalarda, çoğunluk olarak ağaç malzemenin deniz içerisinde kullanım ömrünü artırmak, deniz suyu içerisinde çürümelerini engellemek, deniz zararlılarına karşı daha fazla dayanım göstermesini sağlamak için yapılmıştır. Aksi takdirde liman inşaatlarında kullanılan ahşap malzemenin çürümesi sonucu önemli ölçüde masraflar ortaya çıkmaktadır[3,4].

SFPA (1997), Ahşap malzeme, denizde kullanılan en ekonomik ve en uygun yapı materyallerinden birisidir. Denizde kullanılan diğer yapı materyalleri ile kıyaslandığında ağaç malzemeyi üstün kılan özellikler; her zaman bulunabilmesi, estetik oluşu, dizaynı, kullanım ve imalattaki esnekliği, ekonomikliği, tamir ve bakım kolaylığı, uygun şekilde empenye edilip inşa edildiğinde deniz ortamında gösterdiği dayanım, yüksek direnç, elastiklik özelliğidir.

Eaton (1985), ağaç malzeme yüzyıllardır deniz ortamında yapı malzemesi olarak kullanılmış ve bu süre boyunca, insanlar onu zararlı organizmalara karşı korumanın yollarını

araştırmıştır. Deniz içerisindeki mikroorganizmalar, ağaç malzemenin yüzey kısımlarını çürütmesine rağmen, esas tahribatı odun delici organizmalar yapmaktadır[3].

Tarakanadha vd. (1993), ağaç malzeme deniz içerisine inşa edilen bir çok rıhtım, deniz inşaatı ve iskele için önemli bir kaynaktır. Eskiden beri deniz içerisinde kullanılan ağaç malzemeler, deniz delicileri, mantarlar, ve böcekler tarafından tahrip edilmektedir. Bu saldırıları en aza indirmek için öncelikle doğal dayanımı fazla olan ağaç seçilmelidir. Fakat bu ağaçların pahalı olması nedeni ile kullanımı az olmaktadır. Sonuç olarak doğal dayanımı az olan ağaçlar çeşitli kimyasallarla korunarak deniz içerisinde kullanımı ömrü artırılabilir[6].

Deniz içinde ve deniz çevresinde kullanılan bütün keresteler uygun emprenye maddeleri ile emprenye edilmektedir. Buradaki koruyucu emprenye seçimi ağaç malzemenin deniz içinde ne amaçla (kazık, kereste, tekne, kaplama vs) ve hangi su ortamında kullanılacaksa (soğuk, sıcak, tropical, tatlı su, tuzlu su vb.) ona uygun olarak seçilmektedir. Böylece ihtiyaçlar tam olarak karşılanabilmektedir[7].

Bliven and Pearlman (2003), Bazı boyalar, kreozot içeren ağaç koruyucular ve diğer zehirli ağaç koruyucuların, deniz çevresinde kullanımı sakıncalar içermektedir. A.B.D.'de bu tür koruyucuların, denizel çevrelerde yapılan liman, rıhtım, iskele, gibi yapıların yapımında kullanımı hem insan hem de denizde yaşayan canlılar için tehlikeli olması nedeni ile yasaklanmıştır. Bunun yanında bu yapıların yapımında doğal dayanımı yüksek olan ağaçlar seçilirken daha az zehirli kimyasallar koruyucu olarak tercih edilmektedir[8].

2.1. Deniz İçerisindeki Ahşap Malzemeye Zarar Veren Canlılar

Deniz suyu içerisine bırakılan ağaç malzeme yüzeyine tutunan ve malzemenin bozulmasına neden olan bir çok canlı türü vardır. Bu canlılar, ağaç malzemeyi delerek aşındırmakta ve hizmet süresini kısaltmaktadırlar. Deniz içindeki ağaç malzemeye zarar veren canlılar (denizel odun delici canlılar) yumuşakçalar (molluscs), kabuklular (crustaceans) olmak üzere ikiye ayrılır. Bunlarında kendi aralarında çeşitleri vardır. Ağaç malzeme deniz içerisinde ilk kullanımından beri bu canlılar tarafından tahrip edilmektedir. Bazı türler, ağaç malzemenin yüzeyinden delerek zarar verir, bazıları da zarar verirken bunlar gözle görülemezler. Belirli bir bölgede herhangi bir odun delici hayvanın bulunması deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk, kirlenme ve uygun konukçu materyalin bulunması ile büyük ölçüde sınırlanmaktadır. Ayrıca, su derinliği, oksijen içeriği, bulanıklık ve asılı organik madde miktarı da bu zararlıların yayılışını etkilemektedir. Deniz suyunun çeşitli kimyasallarla kirlenmesi sonucu, deniz canlılarının yaşamlarını tehlikeye atmaktadır.

Ülkemizi çevreleyen sularda, değişik odun delici canlılar bulunmaktadır. Berkel, İstanbul ve civarı sularda inşaat malzemesi olarak kullanılan çeşitli ağaç malzemelerin bu zararlılar tarafından kısa sürede tahrip edildiklerini belirtmiştir[3,4].

2.2. Deniz Denemeleri İle İlgili Test Yöntemleri

deniz yapılarında kullanılacak malzemeler özellikle ağaç malzeme çeşitli ortamlarda test edilmektedir. Bu testler çoğunlukla deniz içinde yürütülmekte, ender olarak ise laboratuvar koşullarında yapılmaktadır.

Laboratuvar testlerinde, çeşitli konsantrasyonlardaki kimyasal maddeler ile emprenye edilmiş odun örnekleri özel kaplar içinde deniz zararlıları ile bir arada bulundurulmakta ve duyarlı sonuçlar alınmaktadır. Bu sonuçlar sonradan deniziçi denemelerden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılabilmektedir.

Deniz içinde yapılacak testlerde, önce gerekli plan ve programlar hazırlanmaktadır. Deniz zararlılarının yoğun ve tahribatın şiddetli olduğu test bölgeleri belirlenmektedir. Bu testlerde standart bir yöntem bulunmadığından, belirli ölçülerde hazırlanan odun blokları çeşitli koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmekte ve her bir tür için emprenyesiz kontrol örnekleri hazırlanmaktadır. Odun blokları daha sonra belirli şekillerde bağlanarak belirlenen deneme bölgesindeki deniz suyuna daldırılmaktadır. Test süresi sonunda, emprenyeli örnekler ile kontrol örnekleri karşılaştırılarak, denizel hayvanlarının bir yıl ya da daha uzun dönemdeki zararları çıplak gözle değerlendirilmektedir[4].

2.3. Akdeniz Suyunun Genel Özellikleri

Tuzlu ve tatlı sularda besinlerini kendileri sentezleyen ototrof canlıların, gelişme ve çoğalmalarını sağlayabilmeleri için buldukları ortamda yeterli miktarda çözünmüş besin elementleri (nitrat, fosfat ve silikat) bulunması gerekir. Akdeniz, dünyanın besin yönünden fakir (oligotrofik) denizlerinden birisidir. Besin maddesi dengesi, hem alt tabakadan hem de dış kaynaklardan kontrol edilir. Kuzeydoğu Akdeniz’de fosfat çok düşük seviyededir. Bunlarla birlikte, klorofil yönünden çok fakir, tuzluluk oranı diğer denizlerimize kıyasla düşük seviyededir. Bulduğu enlem nedeni ile diğer denizlerimize göre daha sıcak ve buharlaşma oranı daha yüksektir. Buharlaşmanın fazla olmasının yanında dökülen akarsu sayısı azdır. Yüzeyin soğuk suları aşağıya doğru indikçe derinlere oksijen taşımaktadır.

Kuzeydoğu Akdeniz Erdemli bölgesi sahil kuşağında iki istasyondan (istasyon 1: 34°16’E 36°33’50’’N, toplam derinlik 10 m; istasyon 2: 34°19’E 36°30’N, toplam derinlik 200 m), bir yıl boyunca yapılan çalışmalarda fiziksel (tuzluluk, sıcaklık, yoğunluk),

biyokimyasal (fosfat, nitrat+nitrit, reaktif silikat, partikül organik madde) parametrelerin saha ve laboratuvar ölçümleri yapılmıştır. Genel olarak nehir girdisinin belirgin olduğu kıyısal kuşakta besin elementi değerleri, kıta sahanlığı sınırı verilerininin 4-10 katına kadar ulaşır. N/P (nitrat-fosfat) oranı, kıyı ve açık istasyonlarda kış aylarında 17-94 ve 3-58, yaz aylarında ise sırasıyla 28-88 ve 6-27 aralığında değişmektedir. Kıyıya yakın yüzey sularda gözlenen yüksek N/P oranları, Doğu Akdeniz kıyı bölgesinde denize verilen evsel atık sular da, biyolojik artımla birlikte öncelikle fosfor yükünün azaltılmasına yönelik fizikokimyasal artımın gerekliliğini işaret etmektedir.

Kıyı istasyonda aylık tuzluluk değerleri kıyaslandığında, mevsimsel tabakalaşmanın yoğunlaştığı, Nisan-Ağustos döneminde nehir etkisinin daha belirgin ve yüzey suyu tuzluluğunun göreceli olarak daha düşük olduğu, 37.03-38.95 psu aralığında değiştiği gözlenmiştir. Bu istasyonda yüzey suyu tuzluluğu 37.3-39.3 psu değerleri arasında salınım göstermiştir. Nehir girdisinin, öncelikle yüzeydeki ilk 7 metrelik tabakanın hidrografik özelliklerini etkilediği, 2-6 metre arasında kalan ince tabakadaki tuzluluk değişimi etkisinin bu metrelerden sonra azaldığı ortaya çıkmıştır. Ölçüm yapılan aylarda bu istasyonda deniz suyu yüzey sıcaklığı 15.1-29.6°C aralığında değişmiştir. Kış sonrası dönemden yazaya doğru, kıyı bölgesi yüzey suları yaklaşık 12-13 °C kadar artmıştır[9,10].

2.4. Akdeniz Suyunun Sıcaklığı

Akdeniz suyu besin olarak zayıf olmakla birlikte diğer denizlerimize nazaran sıcaktır. Yaz ve kış aylarındaki su sıcaklığının farkı mevsimsel olarak değişmektedir. Yaz ve kış ayları arasında yaklaşık olarak 13-16 °C sıcaklık farkı meydana gelmektedir. Çizelgede 2.1’de görüldüğü gibi kış aylarına düşen su sıcaklığı yaz aylarına artmıştır. Bununla beraber içerisinde barındırdığı canlılarda yoğunluk olarak değişmektedir. Çizelge 2.1’ de Akdeniz suyuna ait aylık sıcaklık ortalamaları verilmektedir.

Çizelge 2.1 Akdeniz bölgesine ait ortalama deniz suyu sıcaklıkları

Aylar	Deniz Suyu Sıcaklığı (°C)
Ocak	16.4
Şubat	15,1
Mart	15.8
Nisan	17,1
Mayıs	20.6
Haziran	25.3
Temmuz	28.4
Ağustos	29,3
Eylül	27,8
Ekim	24.8
Kasım	21.1
Aralık	17.9

3. LAMİNASYON TEKNİĞİ

Orman varlığının hızla azaldığı günümüzde, ağaç işleri endüstrisindeki teknolojik gelişmelere bağlı olarak meydana gelen talebin karşılanabilmesi ancak, ormanların bilinçli olarak kullanılması ile mümkündür.

Levha ürünleri (yonga levha, lif levha vb.) kabin tipi mobilyaların yapımında önemli bir yer tutarken, eğmeçli ve büyük boyutlu elemanların üretiminde laminasyon tekniği kullanılmaya başlanmıştır.

Masif ağacın büyük boyutlu ve eğri formlu imalatlarda tek parça olarak kullanılması, ekonomiklik ve direnç özellikleri bakımından pek uygun olmadığı için pratik uygulamalarda da birçok güçlükler çıkarmaktadır.

Masif ağaç malzemedeki optimal kalite özelliklerinde üretim yapmak için, I.sınıf ağaç malzeme kullanma zorunluluğu vardır. Bu da, mamül ürünün maliyetini artırdığından, küreselleşen dünya pazarında üreticinin rekabet gücünü azaltmaktadır.

Ağaç malzemenin verimli bir şekilde kullanılabilmesi, kusurlardan arındırılması, değişik formlarda üretim yapılabilmesi, küçük boyutlu ağaç malzemelerden daha büyük boyutlu ağaç malzeme üretilebilmesi ve eğri formlu imalatlarda liflerin diagonal kesiminden dolayı direnç özelliklerinin azalmaması için laminasyon yönteminin uygulanması zorunluluk arz etmektedir.

Şenay(1996), Ahşap 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 ağaç 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[2].

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 Avrupa’da lise inşaatlarında, yüzme havuzlarında, fabrika binalarında, hangarlarda ve çiftliklerde ahır yapımında uygulanmıştır. 1975’ten sonra ise kullanım alanı hızla artmış, özellikle form mobilya üretiminde yoğun olarak uygulanmıştır. Günümüzdeki uygulamalarda, kemerli taşıyıcılarla 150m’yi aşan, düz taşıyıcı elemanlarla ise 40 m’deki açıklıklar başarı ile gerçekleştirilmektedir.

Ulupınar (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 sonralarına doğru mobilya (koltuk, sandalye, sehpa, televizyon kabini vb.) üretimine başlanmış, 1975'ten sonra özellikle form mobilya üretiminde yoğun şekilde uygulanmıştır[11].

Ahşap lamine elemanlar kullanılan kat kalınlıklarına göre farklı şekilde adlandırılmaktadır. İnşaat sektöründe kullanılan büyük boyutlu lamine ahşabın (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*) ya da MICROLAM olarak atlandırılmaktadır[2].

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.

Keskin ve Togay (2003), 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[12].

Bobat (1994), 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[4].

3.1. Laminasyon Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

Laminasyon sisteminin avantaj ve dezavantajları aşağıda belirtilmiştir.

3.1.1. 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 çok küçük boyutlardaki ağaç malzemenin kullanımına olanak sağladığından fire oranı azalmaktadır.
- b) Laminasyon sistemi ile ağaç malzemeyi bünyesindeki kusurlardan (budak, çatlak, kurt yeniği, lif kıvrıklığı, çürüklük, sulama vb.) arındırarak daha verimli kullanmak mümkündür.
- c) Her türlü iç dekorasyonda, mimari işlerde, istenilen formda çalışma imkanı sağlar.
- d) Düşük direnç özelliği gösteren ağaç malzemenin, elemanın 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 çalışma özelliği gösterir
- h) Ağaç malzemeye herhangi bir yumuşatma işlemi uygulamadan istenilen formda üretim yapılmasına olanak sağlar.
- i) İnce katlar kullanarak bükülme özellikleri iyi olmayan ağaç türleri ile dahi çok küçük yarıçaplarda eğri formlu ürün üretilebilmektedir.
- j) Yapısal elemanların tasarımında, yüke bağlı olarak kesit alanında farklı kesitlerde çalışma olanağı sağlar[11]

3.1.2. Dezavantajları

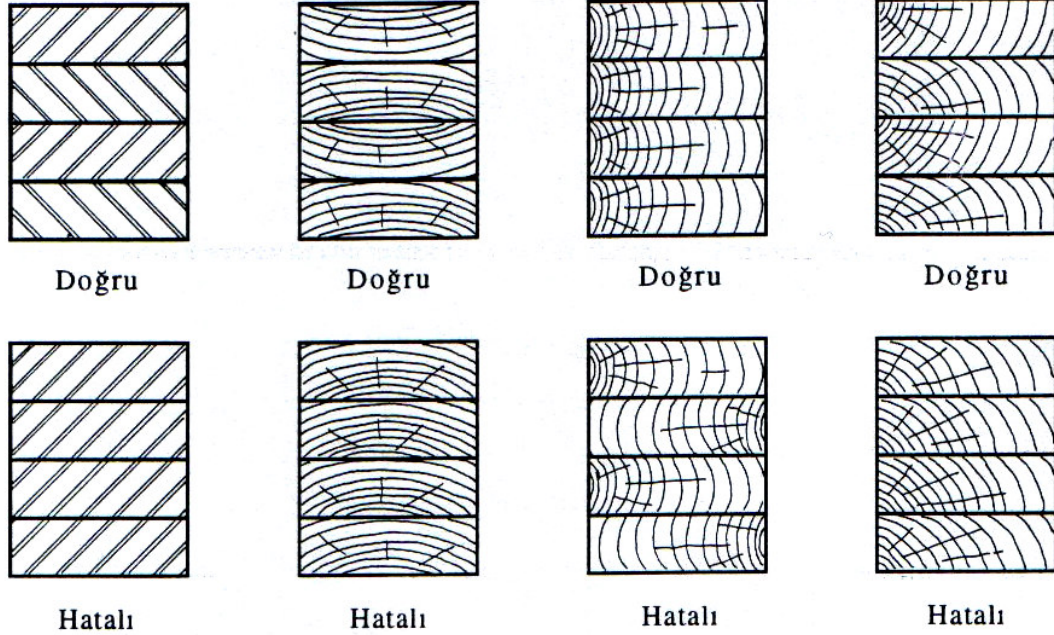
- a) Ahşabın tutkalanmaya hazırlanması ve tutkalanması ürün üzerinde ek bir işçilik maliyeti ortaya çıkarır. Masif malzeme için böyle bir maliyet söz konusu değildir.
- b) Lamine elemanların direnci yapıştırmada kullanılan tutkalın kalitesine direkt olarak bağlıdır. Kullanılacak kaliteli tutkal ise maliyeti arttırır.

- c) Lamine edilecek ağaç malzemenin üretilmesinde, katlar arasındaki rutubet farkından dolayı oluşabilecek sakıncalardan korunabilmek için, kullanılan tüm katlar arasında rutubet istikrarı sağlanmalıdır. Bu sebepten dolayı kurulacak kurutma tesisi ek maliyet getirir.
- d) Laminasyon teknolojisi gereği imalat yapılacak fabrikalar özel olarak planlanmalı ve inşaa edilmeli, özel ekipmanlar kullanılmalı, kalifiye işçi ile üretim yapılmalıdır.
- e) Çok büyük boyutlu lamine elemanlar taşınmaları sırasında güçlükler çıkabilmektedir[11].

3.2. Laminasyonda katların düzenlenmesi

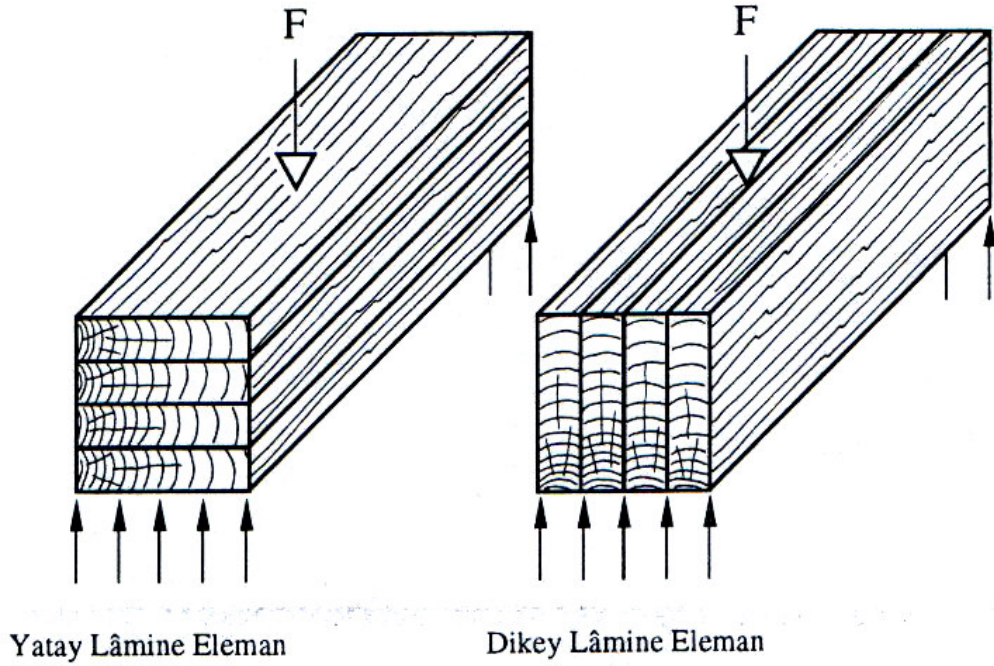
Lamine edilmiş masif ağaç malzemedeki biçim değiştirmelerin olmaması için lamine katlarının düzenlenmesinde, yıllık halkaların konumuna dikkat etmek gerekmektedir. Bunu sebebi ağaç malzemenin yıllık halkalara teğet ve radyal yönlerde farklı çalışmasıdır.

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 3.1’de verilmiştir.



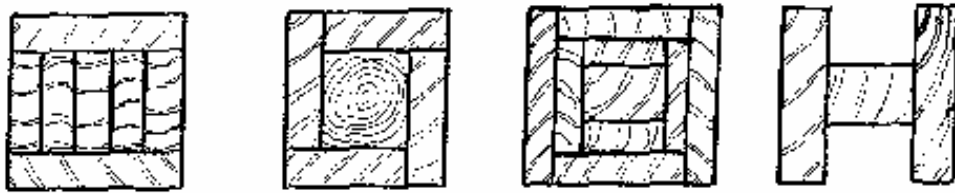
Şekil 3.1 Laminasyonda katların düzenlenmesi[13].

Eğilme etkisinde kalan lamine elemanlar, uygulanan yüke- kuvvete göre yatay ve dikey olmak üzere iki şekilde ifade edilmektedir. Şekil 3.2’de yatay ve dikey lamine elemanları gösterilmektedir.



Şekil 3.2 Yatay ve dikey lamine elemanlar[13].

Liflere paralel basınç etkisine maruz kalan lamine elemanlarda katların düzenlenmesi Şekil 3.3’te verilmiştir.



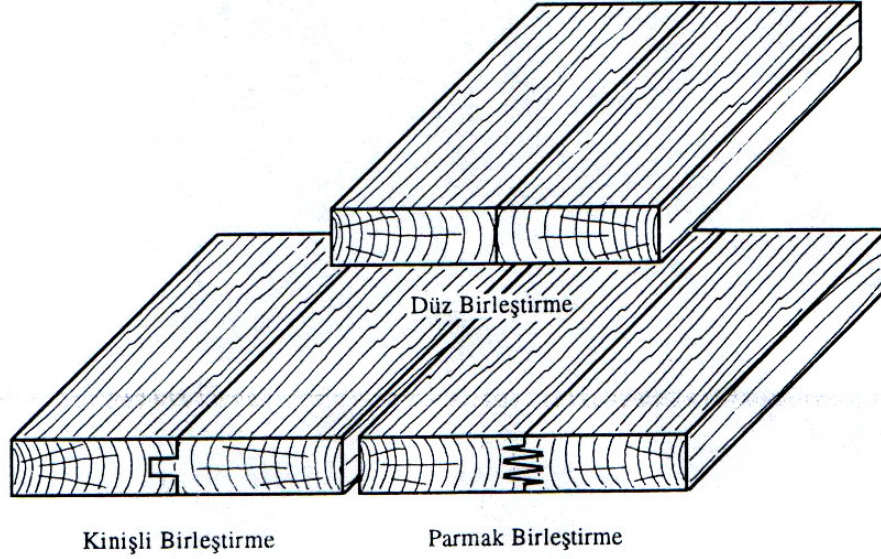
Şekil 3.3 Liflere paralel basınç etkisine maruz kalan lamine katların düzenlenmesi

3.3. Laminasyonda uygulanan birleştirmeler

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

3.3.1. En birleştirmeler

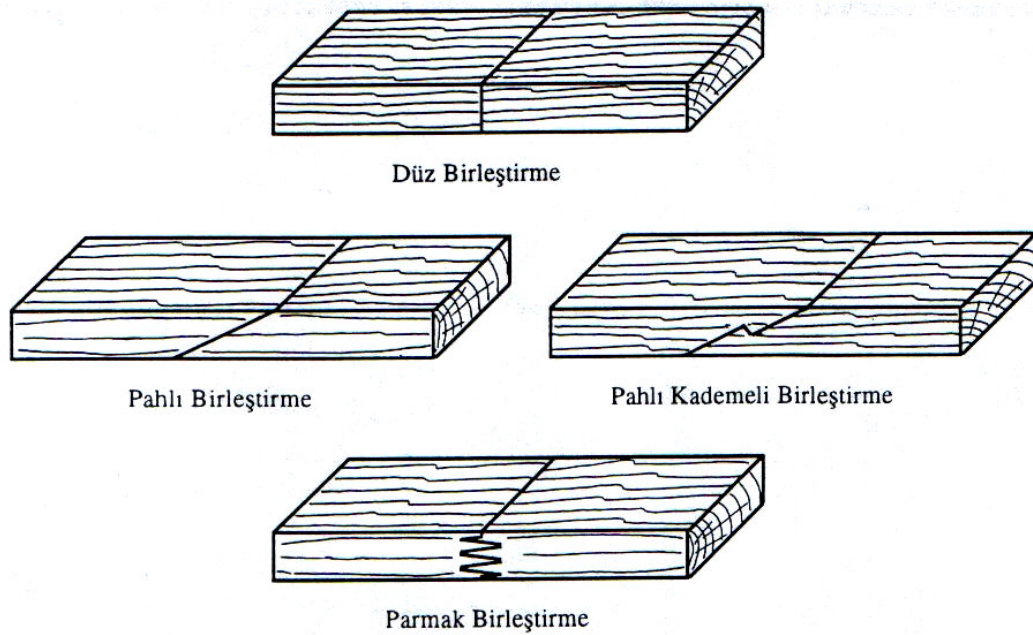
Laminasyondaki en birleştirmelerde döz, kinişli ve parmak birleştirme metodları kullanılmaktadır. Seri üretime uygunluğu nedeni ile uygulamada parmak birleştirmeler tercih edilmektedir. Şekil 3.4'te laminasyonda kullanılan en birleştirme Şekilleri verilmiştir.



Şekil 3.4 Laminasyonda kullanılan en birleştirme Şekilleri[13].

3.3.2. Boy birleştirmeler

Laminasyondaki boy eklemelerde, döz, pahlı ve parmak birleştirmeler kullanılmaktadır. Şekil 3.5'te laminasyonda kullanılan boy birleştirmeler verilmiştir.



Şekil 3.5 Laminasyonda kullanılan boy birleştirme şekilleri[13]

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[13]

3.4. 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(Berkel,1963).

Lamine ağaç malzemenin direnci büyük ölçüde ağaç malzemenin elde edildiği odunun özelliklerine bağlıdır. Bünyesinde kusur (lif kıvrıklığı, çatlak, budak, mantar tahribatı vb.) içeren odun lamine ağaç malzemenin direnç özelliklerini olumsuz yönde etkiler. Bu nedenle ağaç malzeme, kusurlarından arındırıldıktan sonra laminasyonda kullanılmalıdır.

Lamine masif ağaç malzemenin bünyesinde bulunan budak çapı arttıkça direnci azalmaktadır. Nokta ve küçük budaklar bazen estetik olarak kabul edilseler de teknik yönden kusur sayılmaktadır. Budaklar, ağaç malzemedeki bulunma yerine, büyüklüğüne ve lamine elamanının maruz kaldığı yük tipine göre önemli derecede direnç azalmasına neden olurlar. TS3842'ye göre, lamine elamanın herhangi bir kısmında ve 300 mm uzunluğundaki budak alanları toplamının bu uzunluğa ait alana oranı I. sınıf için 1/10'u, II. sınıf için 1/4'ü, III. sınıf için 1/2'yi geçemez.

Çatlaklar, lamine ağaç malzemenin tutkallama ve direnç özelliklerini azaltan kusurlardır. Ağaçta dikili haldeyken büyüme karakteristiklerinden kaynaklanan basınç çatlakları, iç çatlaklar ve öz çatlakları meydana gelmektedir. Ormandan kesimi yapılan ağacın kurutulması sırasında bu çatlaklar daha da artmakta ve ağaç malzemenin mekanik özelliklerinde azalmaya neden olmaktadır.

Lamine elemanların üretiminde kullanılan ağaç malzemenin öz odunu içermesi direnç azalmasına neden olmaktadır. Öz odunun hücre yapısı diri odundan önemli derecede farklı olduğundan, çalışma miktarı çevresindeki odun ile uyumlu değildir. Bu durum sakıncalı iç gerilmelere neden olduğu gibi yapışma direncini azaltıcı etki yapmaktadır.

Mantarlar, ağaç malzemedeki renk değişikliklerine ve çürümelere neden olmaktadır. Mantarların meydana getirdiği en önemli renk değişimi iğne yapraklı ağaçlarda görülen mavi renklenmesidir. Taze kesilmiş ağaç sıcak ve rutubetli ortamda kaldığında ve tomruktan elde edilen keresteler arasında lata konulmadan istif edildiğinde, diri odun kısmında odunun deliklerine nüfuz eden mavileşme meydana gelmektedir. Mavileşme, şok direncini % 25'e varan oranda azalmakta, diğer mekanik özelliklerde ise önemli bir değişmeye neden olmaktadır (Bozkurt, 1986)[13].

3.5. Laminasyonda Asgari Üretim Şartları

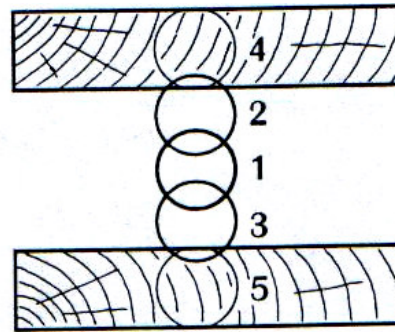
TS EN 386'ya göre, lamine elamanların üretildiği ortamın sıcaklığı en az 15 °C ve bağıl nemi ise % 40-75 arasında olmalıdır.

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 elamanı 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 180-350 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)[13].

3.6. Yapışma Teorisi

Tutkallar, iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan maddelerdir. Sertleşmiş bir tutkal katmanı herbiri birleştirmenin performansında önemli rol oynayan, 5 farklı halkadan meydana gelmektedir. Yapıştırıcı katmanın yapısı Şekil 3.6'da görüldüğü gibidir.



Şekil 3.6 Yapıştırıcı katmanın yapısı[13]

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(Şenay, 1996).

Tutkal çözeltisinin hazırlanması ve yüzeye sürülmesi esnasında, yani sıvı halde iken moleküllerle beraber hareketli olan kohezyon kuvveti, yapıştırıcının sertleşmesinden sonra sabitleşir. Yapıştırıcılardan beklenen başarının sağlanabilmesi için üretimlerinde kullanılan yüksek moleküllü maddelerdeki kohezyon kuvvetleri, diğer maddelerden daha büyük olmalıdır.

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 bağlı atomik çekim kuvvetine *spesifik adhezyon* denilmektedir. Asıl yapışmayı gerçekleştiren ve yeterli direnci sağlayan spesifik adhezyondur. 4. ve 5. halkalar, yapıştırılacak ağaç malzemenin özelliğine bağlı olarak gelişir. Yapıştırılacak ağaç malzemenin kendi molekülleri arasında oluşan bağ, yani moleküler çekim kuvveti toplamı kohezyondur.

Yapıştırıcı sürülmüş karşılıklı iki yüzeye basınç uygulandığında, tutkal girinti ve çıkıntılara kendiliğinden dağılır. Tutkal her iki ağaç malzeme yüzeyine hemen hemen aynı anda transfer olur. Akış ve transfer aşamalarını tutkalın ağaç malzeme gözeneklerine nüfuz etmesi izler, nüfuz etme işlemi akışkanlık ve transfer sona erinceye kadar devam eder.

Yapışmanın başarısı, tutkalın ağaç malzeme yüzeyini ıslatabilme hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağlıdır. Tutkal katmanı oluşumundaki son aşama tutkalın sertleşmesidir. Ağaç malzeme tutkalları su kaybederek ve soğuyarak fiziksel (*PVAc, PL, K, KE*), ısı ya da katalizör etkisiyle kimyasal (*ÜF, FF, RF, FRF, MF, MÜF, E*) yoldan katılaşırlar[13].

3.7. 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.

3.7.1. Anatomik 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 ilk bahar odununda genellikle daha kolay, odun yoğunluğu arttıkça daha zor olmaktadır[13].

3.7.2. 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.

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[14].

3.7.3. Pres basıncı ve presleme süresi

Yapıştırılacak ağaç malzemedede iyi adhezyon sağlanması için basınç gereklidir. Basınç, tutkalın yapıştırılacak yüzeylere tam temasını sağlarken, ince bir kat oluşmasına yardımcı olur. Ayrıca, tutkalın açık hücre boşluklarına girmesini ve en önemlisi tutkal sertleşene kadar birleştirilecek iki ağaç malzemenin aynı pozisyonda tutulmasını sağlar.

Uygulanan basınç, sıkılacak parçanın her noktasında üniform olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır. Pres basıncı, ağaç cinsi ve yüzey özelliklerine göre değişir. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak ağaca göre belirlenmelidir. Ağaç türlerine göre pres basınçları yumuşak ağaçlarda 0,8-1 N/mm², sert ağaçlarda ise 0,2-1,6 N/mm² arasında olmalıdır (Göker ve Bozkurt, 1986).

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında, uygun basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonuç vermektedir.

Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Franklin, 1989)[13].

Ağaç cinsine göre pres basıncına ait değerler Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Ağaç cinslerine göre pres basıncı [14].

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

Dilik (1997), 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[15].

Chugg (1964), planyalanmış yüzeylerde pres basıncı arttıkça makaslama direnci artmaktadır. Daire testerede kesilmiş parçalarda, basıncın artmasıyla makaslama direncinde önemli bir artış olmakta ve 0,4 kgf/cm² basınçla 10,5 kgf/cm² basınç arasında bir fark bulunmamaktadır. Zımparalanmış yüzeylerdeki makaslama direnci, pres basıncı arttıkça belirgin bir şekilde artmaktadır. 0,4 kgf/cm² basınçta 159 kgf/cm² olan direnç, 14 kgf/cm² basınçta 254 kgf/cm² olmaktadır[13].

Göker ve Bozkurt (1986), Soğuk preslemede uygulanan pres süresi tutkal çeşidine ve ortam sıcaklığına göre değişmektedir. Sıcak preslemede ise tutkalın çeşidinden başka, uygulanan sıcaklık ve preslenecek parça kalınlığı da presleme süresini etkilemektedir. Sıcak presleme süresinin hesaplanmasında, tutkalı 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.

Şenay (1996), lamine elemanın kalınlığı 12 mm den fazla iken tutkalın sıcak yüzlü preslerde kurutulması bazı güçlükler çıkarmaktadır. En önemlisi, kalınlık arttıkça presleme süresi uzamakta, bu da seri üretim hatları için uygun olmamaktadır. Lamine edilecek ağaç malzemenin toplam kalınlığı 12 mm den fazla ise tutkal yüksek frekanslı elektrik akımı ile kısa sürede kurutulabilmekte ve herhangi bir problemle karşılaşılmamaktadır[13].

3.7.4. Kullanılan tutkalın özellikleri

Yapıştırma için kullanılan tutkalın, fiziksel veya kimyasal sertleşen özellikte olması yapıştırma işleminde etkilidir. Kimyasal sertleşme yapan tutkalların mekanik özellikleri, fiziksel sertleşme yapan tutkallara göre daha yüksektir. Yüzeyi düzgün olmayan ağaç malzemelerin birleştirilmesinde, 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.

Tutkalamada ağaç malzemenin ve tutkalın pH değeri önemlidir. 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 formik 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[13,14].

3.7.5. 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 kısalmaya 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 etkilidir. Birleştirmelerden sonra iki parçanın nem miktarı arasındaki fark büyük olduğunda, ağaç malzemeler farklı şekillerde çalışacaktır. Bu da tutkal hattında gerilmelere neden olacağından, tutkal hattında 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[14].

3.7.6. Sürülen tutkalın katman kalınlığı

Tutkallanacak lameller 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 mikron 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, yapışmanın 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 tatbiki zayıf bir yapışmaya neden olabileceği gibi, tutkal katı sürülmüş parçaya yüksek basınç uygulandığında mekanik adhezyon azalmakta ve zayıf bir yapışma meydana gelmektedir[14].

3.7.7. 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 sürülmesidir. 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[14].

3.7.8. Lamine elemanların empenye edilmesi

Lamine elemanların empenyesinde iki yöntem uygulanmaktadır. Birinci yöntemde; lamine elemanı oluşturan tahtaların tutkal ile birleştirilmesinden önce empenye edilmesi, ikinci yöntem ise bitmiş ürünün empenye edilmesidir. Son şeklini almış büyük boyutlu lamine

taşıyıcıların, teknik olarak empenye edilmesi hemen hemen imkansızdır. Bu nedenle, bitmiş lamine taşıyıcılar fırça ya da püskürtme yöntemi ile empenye edilmektedir.

Lamine elemanı oluşturan tahtaların birleştirilmeden önce empenye edilmesi, yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, lamine edilecek şekilde işlenen tahtalar, empenye kazanına yerleştirilerek vakum-basınç yöntemi ile empenye edilmektedirler[2].

4. EMPRENYE ENDÜSTRİSİ

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. 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[16].

Ağaç malzemenin kullanım yerlerinde zararlı faktörlere karşı korunması gerektiği, asırlar öncede kabul edilmiş ve bu maksatla çeşitli önlemler alınmıştır. Kömürleştirme işleminin, 4000 yıl önce ağaç malzemenin korunmasında ilk önlem olarak ortaya çıktığı, ayrıca Efes’teki Diana Mabedinin kömürleştirilmiş ağaç direkler üzerine kurulduğu bilinmektedir(Bozkurt ve Ark. 1993). Eski çağlarda, çeşitli medeniyetlerde ağaç malzemenin korunmasında bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Örneğin Romalılarda zeytin yağı ve sedir yağı, Burmalılarda petrol yağı bu maksatla koruyucu olarak kullanılırken, Mısırlılarda ağaç malzemenin çürümesi kurutularak engellenmiştir[1].

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 (Kartal, 1998).

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-BASINÇ metodu en sağlıklı ve ekonomik metoddur.

Günümüze kadar emprenye teknikleri ve maddeleri hızla gelişmiştir. Özellikle 1902 yılında bir çok kullanım yerinde değerlendirilen ağaç malzemenin emprenyesinde faydalanılan,

emprenye maddesinin daha ekonomik olarak sarfını sağlamak için Wassermann tarafından ilk boş hücre metodu bulunmuştur. Daha sonra Max Ruping, Ruping metodu olarak bilinen yeni pratik bir metot geliştirmiştir. Dört yıl sonrada Cuthbert B. Lowry daha az ekipmana ihtiyaç duyan diğer bir boş hücre metodunun geliştirilmesini tamamlamıştır. Bu metodun esasını, başlangıçta vakum yapılmaması ve emprenye işleminin sonunda basınç kaldırıldığında kreozotun hücrelerden dışarı çıkarılması oluşturmaktadır. Böylece, sadece hücre çerperinin emprenye maddesi ile örtülmesi söz konusu olmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993)[16].

4.1. 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. Başlangıçta tesiste yılda 20.000 m³ travers ve tel direği boş hücre metodu ile kreozotla emprenye edilmiştir.

Takip eden yıllarda özel teşebbüs tarafından 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 (Bozkurt ve Göker,1993)[16].

4.2. Genel Olarak Kullanılan Emprenye Maddeleri

Ağaç malzemenin korunmasını sağlayabilmek için 2000 yıldan beri çeşitli maddeler denenmektedir. Bu konuda başlangıçta hayvansal, bitkisel ve mineral yağlardan yararlanılmıştır. Avrupa’da endüstrileşmenin başlaması ile ağaç malzemenin korunmasında kimyasal maddelerin kullanılması söz konusu olmuştur. Yapılan araştırmaların sonucu, bugün için 2500 den fazla emprenye maddesi bulunmuştur. Bütün emprenye maddelerinin ağaç malzemedeki yüzey gerilimini azaltıcı etkisi olması, derine nüfus etmesi ve ağaç liflerine tutunucu özellikte olması gerekmektedir (Bozkurt veGöker,1993).

Genel olarak emprenye maddeleri aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir;

Yağlı emprenye maddeleri, organik çözücülü emprenye maddeleri, mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal maddeler, ardaklanmayı önleyici emprenye maddeleri, suda çözünen emprenye maddeleridir[16].

4.2.1. Yağlı emprenye maddeleri

- a-Kreozot
- b-Karbolineum
- c-Maden kömürü katranı
- d-Linyit kömürü katranı
- e-Odun katranı ve katran yağı
- f-Petrol ürünleri[16].

4.2.2. 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[16].

4.2.3. Mantarların neden olduğu renklenmeyi önleyici kimyasal maddeler

- a-Boraks
- b-Sodyum karbonat
- c-Sodyum pentaklorfenat[16].

4.2.4. Ardaklanmayı önleyici emprenye maddeleri

- a-İmmutol B
- b-Ardamaz
- c-Wolmanol-Bucheshuts
- d-Xylamon ASR
- e-Basilleum[16].

4.2.5. 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) [16].

4.2.5.1. 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[16].

4.2.5.2. Suda çözünen emprenye maddelerinin sakıncaları

- 1-Kurutulmuş malzeme emprenye edildiğinde tekrar ısıtılarak genişlemekte ve çatlama kusurları ortaya çıkmaktadır.
- 2-Emprenye işleminden sonra kurutma yapmak gerekmektedir[16].

4.3. Emprenye Metotları

Ağaç malzemenin dayanma süresini arttırmak için kullanılan kimyasal maddeler, çeşitli metotlarla malzemeye uygulanmaktadır.

4.3.1. Basınç uygulayan metotlar

Basınç uygulayan metotlar, ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde, ağaç malzeme çelik bir kazan

içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kp/cm²'lik hidrolik basınçla, 1-6 saat süre içerisinde odun hücreleri içine sevk edilmektedir.

Basınç uygulayan metotlar içinde iki genel metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar dolu ve boş hücre metotlarıdır. Ayrıca, dolu ve boş hücre metotları kadar kullanımı olmayan osilasyon, değişken basınçlı metotlar ile Avustralya'da kullanılan çok yüksek basınçlı metotlarda vardır[1].

4.3.1.1. Dolu hücre metodu

Bu metot, 1938 yılında John Bethell tarafından bulunmuştur. Hemen hemen geçen 150 yıl içinde mühendislik alanında ve teknolojiye büyük gelişmeler olmasına rağmen, uygulamanın esas prensiplerinde bir değişme olmamıştır. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır. Dolu hücre yöntemi beş aşamada gerçekleşmektedir.

Ön vakum işlemi

Ağaç malzemenin emprenye maddesini daha kolay bir şekilde alabilmesi için ön vakum yapılarak, odun hücreleri içindeki hava dışarı alınmaktadır. Burada genellikle 635 mm'lik bir vakum kullanılmaktadır. Vakum süresi, ağaç türü, ağaç malzemesinin kalınlığı ve özgül ağırlığa bağlı olarak 15 dakika ile 60 dakika arasında değişmektedir.

Emprenye maddesinin verilmesi

Ön vakum muhavaza edilerek emprenye maddesi kazana sevk edilmekte, kazan dolmadan vakum kaldırılmamalıdır. Çünkü kazan içerisinde kalan hava emprenye eriğinden oluşan su buharı kazanın üstünde sıkışabilmektedir. Ayrıca, vakum kaldırıldıktan sonra emprenye maddesi sevki devam ettiğinde, buhar ağaç malzemenin boş kısımlarına dolar absorpsiyon miktarının azalmasına neden olmaktadır.

Basınç periyodu

Emprenye maddesi sevki sona erince vakum kaldırılarak basınç uygulanmaya başlanmakta ve yavaş yavaş 10-14 kp/cm²'ye kadar yükseltilmektedir. Yeterli emprenye maddesi absorpsiyonu sağlayıncaya kadar ağaç malzeme belli bir süre bu basınçta tutulmaktadır. Basınç uygulama süresi ağaç malzemenin kalınlığı ve ağaç malzemenin türüne göre 1-6 saat arasında olmaktadır. Daha sonra basınç kaldırılmaktadır. Bu sırada ağaç malzemedeki odunsu hücreler içerisindeki basınçla bir miktar hava genişleyerek % 5-15 kadar emprenye maddesi kendiliğinden ağaç malzemedeki dışarı çıkmaktadır.

Emprenye maddesinin kazandan dışarı alınması

Basınç uygulamasına son verildikten sonra, emprenye maddesi kazandan alttaki depolama kazanına alınmaktadır.

Son vakum

Son olarak 635 mm'lik bir vakum yapılmakta ve 10-15 dakika süre ile sabit tutulmaktadır. Son vakumun amacı, kazandan çıkarılan ağaç malzemedeki fazla emprenye maddesinin kendiliğinden dışarı sızmasını önlemektir[1].

4.3.1.2. Boş hücre metodu

Fazla emprenye maddesi harcayan dolu hücre metodu ile yapılan uygulamanın maliyeti yüksek olduğundan daha ekonomik olan ve devamlı olarak yeterli derecede koruma sağlayacak metotların geliştirilmesi yoluna gidilmiş ve boş hücre metotları bulunmuştur. Boş hücre metotlarından en önemlileri Ruping metodu ile Lowry metodudur. Hem ruping hem de Lowry metotlarında uygulama ön vakum işlemi dışında dolu hücre metoduna benzemektedir. Bu metotlarda emprenye maddesi verilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmamaktadır. Ayrıca boş hücre metodunun uygulanmasında basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla, ihtiyaç dışı emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler büyük oranda boş kalmaktadır[16].

4.3.2. Basınç uygulanmayan metotlar

Bu gruba, fırça ile sürme, püskürtme, sulama, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak soğuk emprenye metotları girmektedir. Ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılan bu metotlarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği genellikle az olmaktadır[16].

4.3.3. Besi suyunu çıkarma metodu

Bu metot 1838 yılında Fransız Dr. Auguste Boucherie tarafından bulunmuştur. Metodun esası, yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır[16].

4.3.4. Difüzyon metodu

Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerde moleküller birbiri içerisine karışıp, yayılabilmekte ve bu olaya difüzyon adı verilmektedir. Difüzyon metodu, çok rutubetli haldeki ağaç malzemeye konsantre halde suda çok kolay çözünen emprenye maddelerinin tatbik

edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Emprenye maddesi hücrelerdeki su içinde çözünerek yüzeylerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metoda göre ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylere sürülmektedir[16].

4.3.5. Yerinde bakım metodu

Telefon, elektrik ve tel direkleri, ayrıca ağaç köprü ayakları ve yapılarda kullanılan kiriş başları gibi çürümeye açık kısımların korunmasında, bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzları tatbik edilerek tuzların zaman içerisinde difüzyon yoluyla malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Ancak, difüzyon için yeterli rutubet gereklidir. Bandaj metodu, kobra metodu, oyma delik metodu gibi farklı uygulamaları vardır[16].

4.3.6. Kısa süreli daldırma metodu

Daldırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırma işlemidir. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmektedir. Çünkü bütün yüzeyler, emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Daldırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre kısa ve uzun süreli olarak ayarlanabilmektedir. Kısa süreli daldırma doğrama kerestesinin emprenyesinde ideal bir metottur. Son yıllarda fazlaca kullanılmaktadır. Bu metotta ağaç malzeme paletler üzerine yerleştirilmekte ve kazan içerisine birkaç saniye ile birkaç dakika arasında batırılmaktadır. Daldırma süresi; ağaç türü, emprenye maddesinin ve çözücü maddenin cinsi ve ağaç malzemenin geometrik sekline göre ayarlanmaktadır[16].

4.4. 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[3].

4.5. 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 paransim 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[3].

4.6. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, öz ışınları, lifler ve boyuna paransimler, 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, yada 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 porusma sahip değildir.

Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve emprenye işlemlerinde problemlere neden olur. Tüller ağaç malzemenin dayanıklılığını artırmamakta, emprenye edilmesini güçleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir[3].

4.7. Odunun Permeabilitesi

Genel anlamda permeabilite deyiimi, 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 emprenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde emprenye maddesi derinlere nüfuz edebilmekte, bazı türlerde nüfuz güç olmaktadır.

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[3].

5. MATERYAL VE METOT

5.1. Materyal

Yapılan çalışmada; Karaçam (*pinus nigra*), Kestane (*Castanea sativa Mill.*) ve Larex (*Larix decidua*) ağaç türleri kullanılmıştır. Deneyler için bu ağaç türlerinin diri odun yerlerinden alınan keresteler standartlara uygun olarak kesilmiş ve deney numuneleri hazırlanmıştır. Emprenye maddesi için; Wolmanit-CB, Protim-230 WR ve karosit-KS kullanılmıştır. Tutkal çeşidi olarakta; suya karşı yüksek direnç özelliklerinden dolayı, Poliüretan Tutkalı (PÜ) ve Epoxy tutkalı kullanılmıştır.

5.1.1. Kullanılan ağaç türleri ve özellikleri

Bu çalışmada araştırma materyali olarak ülkemizde çokça bulunan kestane ve karaçam odunu ile birlikte doğal dayanımı iyi olan larex odunu kullanılmıştır. Kullanılan ağaç türleri hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

5.1.1.1. Kestane (*Castanea sativa Mill.*)

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa Mill.*) 20–25 m boya ulaşabilen dolgun gövdeli geniş ve dağınık tepeli ve uzun ömürlü bir ağaçtır. Kullanılabilir gövde uzunluğu 6–10 m arasında değişmektedir. Fagaceae familyasına dahil olup, diğer türleri; İspanya kestanesi, Avrupa kestanesi (*C. sativa*), Amerikan kestanesi (*C. dentata Borkh.*) dir.

Coğrafi yayılışı, Güney Avrupa, Kuzey Afrika ile Türkiye ve Kafkasya'dır. Türkiye'deki yayılışı ise doğuda Türk–Rus sınırından başlayarak, Kuzey Anadolu sahilleri boyunca İstanbul–Belgrat ormanına kadar uzanır. Marmara çevresi ve Batı Anadolu'da bulunur. Kestane dikey yayılışında 700–800 m'ye kadar yükselirse de bu, yerel koşullara bağlı olarak değişir.

Diri odun çok dar, gri ile kahverengimsi beyaz, öz odun taze halde gri–sarı ile soluk kahverengindedir. Kesimden sonra koyulaşmaktadır. Yıllık halkalar, halkalı büyük traheli oluşu nedeniyle belirgindir. Öz ışınları çok ince ve belirgin değildir.

İlkbahar odunu traheleri çok büyük çaplı, yaz odunu traheleri çok küçük çaplıdır. Odunu halkalı trahelidir. Libriform lifleri yıllık halkanın yaz odunu kısmında daha yaygındır. Çoğunlukla basit perfarasyon tablasına sahiptir. Bunun yanında merdiven şeklinde perfarasyon tablasına oldukça sık, ağ şeklinde perfarasyona nadiren rastlanır. İlkbahar odunu traheleri 150–250 µ (300 µ), yaz odunu traheleri 30–40 µ çapta, mm²'de ilkbahar odunu traheleri 4–8 adet,

yaz odunu traheleri 9–15 adettir. Traheler çoğunlukla tüllerle dolu olup, ortalama oranı % 26.3'dür. Öz ışınları tek sıralıdır. Esas dokuyu libriform lifleri ve lif traheidleri teşkil etmektedir

Kestane ağacı orta ağırlıkta bir oduna sahip olup, özgül ağırlığı $0.4\text{--}0.75\text{ gr/cm}^3$ arasında değişir. Yıllık halka genişliği ile özgül ağırlık arasındaki ilişki incelendiğinde; hafif; yumuşak ve dayanımı az odun yalnız yıllık halkaları dar kestane odununda bulunur. Buna karşılık, yıllık halkaları geniş olan ve hızlı büyümüş olan kestane ağacının odunu, bilhassa kütük sürgünlerinden gelişmiş olan gövdelerde geniş yıllık halkaların bulunduğu kısımlar en ağır odunu oluşturur.

Kestanenin özgül ağırlığı hakkında literatürde değişik bilgiler mevcuttur. Türkiye'de yapılan çalışmalarda; tam kuru özgül ağırlık 0.486 gr/cm^3 ve 0.590 gr/cm^3 olarak verilirken, hava kurusu özgül ağırlık 0.630 gr/cm^3 olarak verilmiştir

1986'da Bulgaristan'ın iki farklı bölgesinde yetişen kestane ağaçları üzerinde yapılan araştırmada, ağaçların hava kurusu özgül ağırlıkları $0.541\text{--}0.608\text{ gr/cm}^3$ olarak verilmiştir.

Bulgaristan'da yapılan diğer bir araştırmada üç farklı bölgeden alınan kestane ağaçlarının özgül ağırlıkları 0.61 , 0.54 ve 0.47 gr/cm^3 olarak belirlenmiştir

Almanya'da yapılan bir çalışma, kestanenin tam kuru özgül ağırlığının $0.53\text{--}0.59\text{ gr/cm}^3$ arasında, hava kurusu özgül ağırlığının ise $0.59\text{--}0.66\text{ gr/cm}^3$ arasında değiştiğini ortaya koymuştur.

Kestane 1 m^3 odunda 500 kg 'dan fazla su içeren çok yaş ağaçlar grubuna girmektedir. Lif doygunluk noktası rutubeti açısından değerlendirme yapıldığında, lif doygunluk noktası düşük olan ağaçlar grubuna girmekte olup, lif doygunluk noktası rutubeti %22–24 arasında değişmektedir. Kestanenin taze haldeki ortalama rutubeti diri odunda % 90, öz odunda % 87'dir.

Kestane ağacı az çalışan bir oduna sahiptir. Öz odunu diri oduna göre daha az çalışır. Odunu değişik hava koşullarına çok dayanıklıdır. Tanence zengin olduğundan böcek ve parazitlere karşı doğal bir dayanıma sahiptir.

El aletleri ve makine ile kolay işlenir ve bütün yüzey işlemlerini kabul eder. Yeterli derecede yapıştırılabilir. Vida tutma özelliği iyi olup, kolay cilalanır.

Kestane doğal koşullarda yavaş kuruyan, çatlamaya ve çarpılmaya dayanıklı bir türdür. Kuruma sırasında kollaps ve iç çatlağı (balpeteği) oluşabilir. Kurutma sırasında kollaps oluşan kestane kerestelerinin tekrar kondisyonlanması zordur. Yaş halden %12 rutubet miktarına kadar

kuruması sırasında oluşan daralma miktarları, radyal yönde %3 ve teğet yönde % 5.5'dir. Ayrıca, kurutma sırasında kerestede var olan daralma potansiyelinden dolayı veya kereste içersinde aşırı rutubet farklarının mevcut olduğu bölgelerde, kurutma sonunda veya kurutma sırasında aşırı gerilmeler oluşabilir. Bu durumda yıllık halkaların etrafında belirgin şekilde halka çatlakları görülür.

Mantarlara karşı hassas değildir. Ancak kurutma sırasında taneni hidrolize ederek meşe öz odunundaki sarı renklenmelere neden olan ve odunun değerini önemli ölçüde düşüren, *Paecilanzyses variotii* Bain. mantarlarına kestane kerestelerinde de rastlanmaktadır. Su altında çok dayanıklıdır. Diri odun orta derecede emprenye edilebilir. Öz odun emprenye edilemez. Kestane odununun mantarlar için antiseptik bir madde olan tanence zengin olması ve eğilme dayanımının yüksek olması nedeniyle, yurdumuzda telefon ve telgraf direklerinin yapımında meşe ve çam odunu yerine de kullanılmaktadır.

Yine odununun su içersinde dayanıklılığının fazla olması nedeniyle, gemi ve teknelerin yapımında kestane odunundan yararlanılır. Ayrıca su altı inşaatlarında iskele direkleri yapımında kullanılır. Yapı malzemesi olarak ve travers yapımında da kestane ağacının odunundan yararlanılır. Kestane çubukları buharlama işlemine sokulduktan sonra, kolaylıkla bükülebilmekte ve piyasada "Bambu" tabir edilen mobilya takımlarının yapımında kullanılmaktadır. Piyasada tomruk, kereste, direk ve sırik olarak satılmaktadır. Ayrıca Doğu Karadeniz Bölgesinde doğramacılıkta yaygın olarak kullanılmaktadır[14].

Bu çalışmada, İç Ege Bölgesinde Simav yöresinde yetişen Kestane ağacı deney materyali olarak seçilmiştir. Ağaç malzemeler Simav Orman Şefliğine bağlı işletmeden tesadüfi olarak seçilmiştir.

5.1.1.2. Karaçam (*Pinus nigra*)

Bu çalışmada kullanılan Karaçama ait örnek Kütahya ili , Simav ilçesine bağlı 1200 rakımlı Gölcük dağı mevkiinden temin edilmiştir. Gövde çapı 76.8 cm ve boyu 27 m' dir. Karaçama ait diğer genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

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).

Karaçam kuzeybatı Afrika'da, Cezayir ve Fas'ta görülmektedir (Debezac, 1964). Avrupa'da ise İspanya'nın güney ve doğusundan başlayarak Pireneler, Güney Fransa, Korsika,

Güney ve Kuzeydoğu İtalya, Avusturya, eski Yugoslavya, Balkanlar, Kırım, Kıbrıs ve Anadolu'da yayılışını sürdürmektedir (Röhrig, 1956; Mirov, 1967).

40 metre kadar boy ve 2 metre kadar çap alabilen, düzgün gövdeli ağaç halinde bulunabilir. Görünüşü önceleri piramit biçiminde, yaşlılarda geniş şemsiye tepeli, kabuk önceleri pürüzlü olup kahve renginde, yaşlılarda kalın ve derin yarıkları bulunan koyu esmer kahve renginde, genç sürgünler düzgün, parlak, sarımsı, yeşil renkte iken sonradan sarımsı kahve rengini alır ve 2-4 üncü yıldan sonra pullar meydana gelir. Dallar düzenli çevreler görünümünde olup az yukarı doğrudur. Tomurcuklar 12-14 mm. uzunlukta parlak gümüş renginde, sık pullu, silindir biçiminde, ucu sivri, fazla reçineli, iğne yapraklar 8-15 cm. uzunlukta, sert, baticı, parlak koyu yeşil renkte, ucu açık sarı renkte, kenarı dişli, reçine boruları bulunur, 4-6 yıl ömürlüdür. Kısa sürgünler sarımsı kahve renginde, her bir kısa sürgünde çokça iki, pek az olarak da üç iğne yaprak bulunur. Erkek çiçekler silindir biçiminde, 15-25 mm. uzunlukta, sarı renkte, kısa saplı, kozalaklar çok kısa saplı olup hemen hemen dala oturmuş durumda, 5-8 cm. uzunlukta yumurta ya da yumurtamsı piramit biçiminde, parlak sarımsı kahve renginde, dalda yatay ya da meyilli olarak bulunur, üçüncü yılda olgunlaşır. Olgun kozalak pulları koyu kahve renginde, kalkan çıkıntılı olup açık renktedir. Göbek koyu kahve renginde, çokça ucunda kısa bir diken bulunur. Tohum yumurta biçiminde, büyük ve kanatlıdır. Fidecikte 5-7 çenek bulunur (Selik, 1955).

Diri odun geniş, öz odunu fazla reçinelidir. Ormancılık bakımından önemli bir ağa türüdür. Kurak ve kayalık, fakir topraklarda yetişir. Kalkerli toprakları sever. Sarıçama göre sıcaklığı daha çok sever. Kökleri genel olarak yüzeye yakındır. Kazık kökleri de fazla derinlere gitmez (Acatay, 1956).

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 yarım adasının güneyinde dağlık bölgelerde yerli olarak bulunmaktadır (Alptekin, 1986).

Karaçam 1875 yılında Avusturyalı Arnold tarafından bitkisel özellikleri belirtilmek suretiyle bulunmuştur. Yetiştirme yerinin özelliklerine göre önemli bazı alt türlere ayrılmaktadır.

Ülkemiz'de Sinop'tan Boyabat'a geçiş alanında, Kastamonu dolaylarında, Ilgaz dağında, Bolu'nun kuzey ve güneyindeki ormanlarda saf ve bazen sarıçam, bazen de köknarlarla birlikte, orman kuruluşunda bulunur. Batı Anadolu'da Uludağ'da 600-1400 m da

bazen saf ya da galip tür olarak, 1400 m. den yukarı olan yerlerde ise sarıçam ya da köknarla birlikte orman halinde, Balıkesir, Çanakkale, dolaylarında, Kaz dağında saf ya da Kaz dağı Köknarı ile karışık orman durumunda bulunur (Gökmen, 1970).

İzmir, Ayvalık ve Edremit çevresindeki dağlarda, Demirci, Gördes ilçelerinin kuzeyindeki yüksek yerlerde 900-1200 m arasında geniş ormanlar halinde bulunur ve buralarda orman sınırına kadar yükselir. Muğla dolaylarında yaklaşık olarak Namsam çayının kuzey sırtları, Erkin dağı- Yılanlı Dağı- Göztepe – Kara gedik Dağı, Şaban Dağı ve burada kuzeyde İl sınırı üzerindeki Oklu Sırtlarına doğru uzanan çizginin doğusunda kalan yerde karaçamlar orman kuruluşuna geniş ölçüde katılır. Doğu Toroslar'da, İskenderun Körfezini çevreleyen yüksekliklerde, Amanos Dağlarında saf ya da karışık olarak bulunmaktadır. Bu yerlerde karaçamlar çok kez kuzeye bakan yamaçlarda dar ve serin vadileri tercih etmektedir.

Kızılcahamam dolaylarında saf ya da sarıçamlarla beraber orman kuruluşuna katılır. Eskişehir dolaylarında Sondöken ormanlarında, Bozüyük çevresinde, Eskişehir- Kütahya arasında Türkmen dağında, Uşak'ın kuzey doğusunda Murat dağında saf ya da karışık ormanlar kuruluşunda görülür.

Düzgün gövdeli bireylerden kurulu topluluklarında, Manavgat'ın kuzeyinde Eynif çevresinde, Akseki'nin batı kuzeyinde Tepeyol ormanında, Adana'nın Pos ırmaklarında ve Dursunbey dolaylarında daha geniş olarak rastlanmaktadır[1].

5.1.1.3. Larex (Larix decidua)

Yayılış yerleri, Orta ve Doğu Avrupa, Batı Rusya'dır. Özellikle Sibiryta taraflarında yetisen melez bir çam türüdür. Diri odun 1-3 cm genişlikte ve sarımsı renkte, öz odun kırmızımsı kahverengi, sonraları koyulaşarak koyu kırmızımsı kahverengiye dönüşür. Tekstür ince ve yeknesak, lifler düzgün ve budaklı, çok dekoratif bir ağaçtır. Kesilebilir, soyulabilir, iyi yapıştırılır. Renk verme, boyanma ve cilalanma özellikleri iyidir. Oldukça hızlı kurutulabilir. Fırında kurutulması iyi bir şekilde yapılabilir. İğne yapraklı ağaçlar içinde en sert ve esnek olanıdır. Bu nedenle dayanıklılık ve yüksek direnç özellikleri arzu edilen yerlerde geniş çapta kullanılmaktadır, dış cephe kaplamaları, lambri, döşeme, mobilya ve yonga levha endüstrisinde, kimyasal malzeme fiçaları yapımı, tornacılık, tel direği, çit direği, toprakla temas eden yerlerde, su içi inşaatlarda, kapı, pencere doğraması ve gemi yapımında kullanılır.

Larex ağacının gövdesinin çok hoş bir kokusu ve tadı vardır. Öz odunu sarıdan kırmızı kahverengiye doğru bir renge sahiptir. Şok etkilere karşı dayanıklı, sert ve dayanıklı bir ağaç türüdür. Ağaç malzeme genellikle iyi işlenir fakat kör aletlere karşı direnç gösterirler. Boyala işlemine iyi sonuç verirken vidalama ve çivileme işlemlerinde gövdenin yarılma özelliği vardır. Kullanım alanı olarak çok büyük bir ticari ağaç türü değildir. Amerika'da genellikle kağıt yapımında çok kullanılmaktadır. Bunun dışında liman, iskele, rıhtım direkleri, maden direği, demir yolu çalışmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Permeabilitesi, Avrupa larexinde öz odununda yüksek basınçta iyi fakat diri odun kısmında biraz daha memnun edici değerdedir[42,43].

Fiziksel olarak çok dayanıklı, genç türleri yaşlı ağaç türlerine göre soğuk iklim şartlarına fazla hassastırlar. Yıllık olarak 30 cm'den daha yavaş büyürler. Düzgün gövdeli olarak büyürler ve ağır kış şartlarını severler. Küçük ve genç fidanlarının sökölüp bir yerden bir yere taşınma işlemlerine çok uygundur ve dikimden sonra toprağa alışması kolaydır. Özellikle bu tür ağaçlar mantarlara karşı dayalıdır[44].

5.1.2. Kullanılan emprenye maddeleri ve özellikleri

Bu çalışmada, koruyucu ve su itici olmak üzere iki tip emprenye maddesi kullanılmaktadır. Koruyucu olarak Wolmanit-CB ve Korasit KS, su itici olarak ta Protim WR 230 emprenye maddeleri kullanılmıştır.

5.1.2.1. Protim WR 230

Bu tip emprenye maddeleri petrol destilasyonu ürünleri olarak elde edilen organik çözücülerde çözülmüş fungusit ve insektisit özellikteki 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 malzemedden uzaklaşır ve asıl aktif madde geride kalarak koruyuculuk yapar. Çözücü olarak hidrokarbonlar kullanılmaktadır.

Başlıca organik çözücülü emprenye maddeleri şunlardır ; Pentaklorofenol (PCP), Metal naftenatlar, Bakır naftenat, Bakır-8 kinolinolat, Çinko naftenatlar, organik kalay bileşikleri, Organik civa bileşikleri, Protim solignum (protim WR230), Kloronaftalenler, Klorobenzenler, Klorlu hidrokarbonlar, Sentetik pretroidler (Nicholas, 1973; AWPA, P8-91).

Protim WR230 hazır olarak tedarik edilmektedir. Böceklere ve mantarlara karşı son derece etkili bir koruma sağlayan bu emprenye maddesi toprakla temas olan yerlerde kullanılmamalıdır. Yoğunluğu 0.8 gr/cm³ olup 36 °C üzerinde yanıcı bir özelliğe sahiptir.

İçinde Tribütülin Naftenat (14.4 g/l) ve Permethrin (0.8 g/l) içermektedir. Bu empenye maddeleri plastik galonlarda veya çelik tanklarda depolanmalıdır.

Organik çözücülü empenye maddeleri ile empenye edilen ağaç malzeme boyutsal deformasyon ve lekelenme görülmez. Ağaç malzeme empenye işleminden sonra tutkallanabilir ve boyanabilir. Bu nedenle bu tip empenye maddeleri pencere, kapı ve çerçevelerin empenyesi için oldukça uygundur. En önemli sakıncası empenye işleminin hemen ardından, uçucu çözücünden dolayı tutuşma tehlikesinin olmasıdır. Ayrıca, kullanılan çözücüler oldukça pahalıdır. Özellikle pentaklorofenol kapalı alanlarda kullanılmamalıdır.

Protim WR230 ile empenye edilen ağaç malzeme istenilen her yerde kullanılabilir. Çünkü; Protimle empenye edilen ahşap çürümez, korozyona uğramaz, hava şartlarından (sıcaklık, yağmur vb), böcek ve mantarlardan etkilenmez, Empenye sonrası malzeme yüzeyine üst yüzey (boya, vernik vb.) işlemi uygulanabilir. Ağaç malzeme zamanla bükülmez, yüzeyinde çatlamlar meydana gelmez. Ağaç malzemenin ömrü 60 yıla kadar çıkabilir[1].

5.1.2.2. Wolmanit-CB

Bileşiminde; %35 Bakır Sülfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), %45 Potasyum Bikromat($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), %20 Borik Asit (H_3BO_3) bulunmaktadır.İçerisinde arsenik ve fluor maddelerini içermemesi, insan ve hayvanlar için zehirli etkisini geniş ölçüde azaltmış bulunmaktadır.Yumuşak çürüklük yapan mantarlar da dahil, odunu tahrip eden mantarlara, böceklerle, termitlere ve deniz suyu içerisinde odunu tahrip eden zararlı hayvanlara karşı koruyucu etkisi iyidir. İlk suda çözünen empenye maddeleri, biyolojik aktiviteye sahip civa klorür, çinko klorür ve bakır sülfat gibi basit metal tuzları ve florürlerdir. Daha sonraları arsenik, krom, bakır, çinko ve florür bileşikleri kullanılmıştır. Suda çözünen bu kimyasal maddelerin her biri tek başına bir koruyucu olmadığı gibi empenye maddelerinden istenen çok yönlü özelliklerin tek bir maddede toplanması mümkün değildir. Bu nedenle bir organik formülasyonunda birden fazla inorganik tuz bulunmaktadır (Nicholas, 1973; Tümsek, 1987). Çözücü olarak kolay elde edilebilen, zehirli etkisi olmayan ve ağaç malzemeye nüfuzu iyi olan su kullanılmaktadır (Koch, 1972).

Çok çeşitli olan suda çözünen empenye maddelerinin en önemlileri CCA (bakır-krom-arsenik), ACC (asit-bakır-kromat), ACA (amonyaklı bakır arsenik), ACZA (amonyaklı bakır çinko arsenik), CCB (bakır-krom-bor), CZC (kromlu çinko klorür), FCAP (flour-krom-arsenik-fenol), bor bileşikleri (borik asit, disodyum oktaborat tetrahidrat), PAS (pentaklorofenol-amonyak-solvent) tipi empenye maddeleridir (AWPA, P5-92).

Winandy and Morrell (1990), uygulamada, su odundan buharlaştıktan sonra etkili olan tuz kısımları ağaç malzeme içerisinde kalarak kimyasal ve fiziksel olarak sabitleşmektedir. Katı ve konsantra halde taşınabilir. Kokusuzdur ve boyanabilirler. Ağaç malzemenin direnç değerlerini özellikle 40kg/m³ gibi yüksek retensiyonlarda azaltıcı yönde etkilidirler.

Boskurt ve Erdin(1985), Genellikle suda çözünen emprenye maddeleri yarı kuru veya kuru ağaç malzemelerin emprenyesinde kullanılmaktadır. Bu bakımdan, bu maddeler gıda maddesi, ambalaj kapları, soğuk hava deposu ve taşıma araçları yapımında kullanılan ağaç malzemeler, emprenye sonrası yağlı boya ile boyanacak ağaç malzemeler, tel direkleri, traversler, iskele direkleri, çit direkleri ve inşaatlık kerestelerin emprenyesinde kullanılmaktadır.

Tümsek (1987), İlk olarak 1933 yılında formüle edilen ve patenti alınan CCA emprenye maddesi uzun süreli etki, yüksek yıkanma direnci, kokusuz ve boyanabilme özelliği ile yaklaşık 70 yıla yakın bir süredir emprenye maddesi olarak kullanılmaktadır. İsviçre’de suda çözünen emprenye maddeleri ile yapılan emprenye işlemlerinin yaklaşık % 90’ı CCA ile gerçekleştirilmektedir. CCA’nın oksit ve metal tuz esaslı olmak üzere iki tipi bulunmaktadır. Oksit esaslı CCA emprenye maddesinin bileşimi AWPA (American Wood Preserver’ Association) tarafından belirlenmiş ve içerisindeki bakır, krom ve arsenik miktarının değişik oranları nedeniyle A, B, C olmak üzere 3 tipe ayrılmıştır. Çizelge 2.1’de CCA-A,B,C tipleri, Çizelge 5.1’de de P^H alt ve üst limitleri verilmiştir(AWPA, E11-87).

Çizelge 5.1 AWPA Standartları’na göre CCA’nın bileşimi

BİLEŞEN	TİP A (%)			TİP B (%)			TİP C (%)		
	En az	Opti.	En çok	En az	Opti.	En çok	En az	Opti.	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 Tip B, genellikle yerinde bakım işlerinde kullanılırken, CCA Tip A basınçla emprenye metotlarında çok fazla tercih edilmektedir. Fakat, bugün Amerika Birleşik Devletleri’nde CCA ile emprenye işlemlerinde CCA Tip C çok kullanılmaktadır. Ayrıca CCA

Tip C'nin formülasyonunun yıkanmaya karşı direnç ve biyolojik performans açısından en iyi kombinasyona sahip olduğu belirtilmektedir (Lebow,1996)

Bozkur ve Ark.(1993), CCA emprenye maddeleri, son derece etkili emprenye maddeleri olup, fiksasyon reaksiyonları ile odunun yapısında suda çözünmeyen maddeler oluşturmaktadır. Emprenye maddesi kokusuz olup normal sıcaklıkta kimyasal bir stabiliteye sahiptir.

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 yapılabilen, yanmaya ve korozyona karşı dirençli bir hal almaktadır[1,48].

5.1.2.3. Korasit KS

Alman standardı DIN 68-800'e göre ahşabın emprenyesinde kullanılan kromsuz ve borsuz, bakır ve amonyum tuzu esaslı ahşap (emprenye) koruma maddesidir. Özellikle çocuk parkları, pergola, kamelya, çit kazığı, açıkta kullanılan bahçe ve şehir mobilyaları ile inşaatlarda taşıyıcı ve gerilimi sağlayan elemanlar, destek, çatı, kaplama v.s. gibi su ve toprakla sürekli teması olan ahşap malzemelerin korunması (emprenyesi) için uygun bir ahşap koruma maddesidir. Tatbikatta vakum/basınç yöntemi ile uygulanır, su bazlı ve çevre dostudur, tek komponentli bir malzemedir, kullanımda herhangi bir katkı malzemesine gerek yoktur, emsallerine göre m³ başına ilaç sarfiyatı daha düşüktür, aynı gruba ait diğer ilaçların kullanıldığı tesislerde mevcut ilaçla reaksiyona girmediği için birlikte kullanılabilir, Korasit KS ile emprenye edilen ahşap malzeme demir ve çelik gibi metallerle kolayca kullanılır ve korozyona neden olmaz, bitkilere zarar vermez. Korasit KS ile emprenye edilen ahşap yeşil renk almaktadır. İstenildiği takdirde kahverengi renk seçeneği mevcuttur, mantarlara, böceklere karşı etkili, açık hava şartlarına dayanıklı, su ve toprakla temasta etkilidir. Ahşaba emdirilme miktarı kullanım yerlerine göre değişmekle birlikte toprakla temas olan yerlerde 3 kg/m³ kuru tuz, deniz suyu ile teması olan yerlerde ise 6 kg/m³ olacak şekilde emprenye yapılır[45,46].

5.1.3. Kullanılan tutkallar ve özellikleri

5.1.3.1. Poliüretan tutkalı (PU)

Poliüretan tutkalı, çift bağlı alkolden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkaldır. Oda sıcaklığında (20 °C) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal, reaksiyonunu tamamladığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60 °C'nin

üstündeki sıcaklıklarda preslemenin yapılmaması tavsiye edilmemektedir. Çünkü, bu sıcaklığın üzerine çıktığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır. Çizelge 5.2’de kullanılan epoxy ve poliüretan (PÜ) tutkallarının genel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 5.2 Epoxy ve poliüretan tutkallarının genel özellikleri

Genel Özellikler	Epoxy tutkalı	Poliüretan tutkalı (PU)
Ticari şekli	sıvı-macun	sıvı-katı
Depolama süresi (ay)	12	6-9
Renk	renksiz	koyu kahve
Sağlığa etkisi	tehlikeli	60 c üzerimle etkili
Ağaç rutubeti (%)	6-12	maksimum 10
Kuru madde (%)	-	20-90
Kullanım miktarı gr/m ²	150-200	200-250
Montaj zamanı (saat)	30-240	30-60
Presleme süresi (soğuk-saat)	12-18	-
Presleme süresi (sıcak-dakika)	30	-
Basınç (kgf/cm ²)	2-12	3-8
Sıcaklık (°C)	20-280	10-60
Su dayanımı	1	1
Sıcaklık dayanımı	2	3
Mikroorganizma dayanımı	1	1
Organik solvent dayanımı	1	1
Asidite (pH)	-	-
Renk hataları	yok	yok
Bıçakları köreltme	çok fazla	az

Çizelge 5.2’de kullanılan rakamların tanımları aşağıdaki gibidir.

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 kontraplağı 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. Denizcilikte, ahşap tekne imalatında, marangozların tutkalının zayıf kaldığı yerlerde, mobilya üretiminde sıkça kullanılan yapışma mukavemeti çok güçlü olan bir üründür[2,14,47]

5.1.3.2. Epoxy tutkalı

İki komponentli, karışım oranı bire bir olan çok güçlü, çekme yapmayan bir epoksi yapıştırıcıdır. Şeffaf bir görünüm sağlar, yırtılmaya ve kesilmeye dayanıklıdır. Kuruması yavaş ve kururken şekillenebilir. Özellikle su içinde kullanılacak ağaç malzemelerin yapıştırılmasında, elektronik sistemlerde parçaların montajında (yapıştırılmasında) ve su ve diğer çözeltilere karşı izolasyonunda, seramik, beton, metal ve metal olmayan parçaların yapıştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır.

Yüzey çekme mukavemeti 15 N/mm², su ve diğer çözeltileri geçirmez, % 100 reaktiftir, solvent içermez, su, yağ, benzin, terbenin, propilen glikol ve birçok kimyevi maddeye karşı dayanıklıdır[2,47].

5.2. Metot

5.2.1. Deney örneklerinin hazırlanması

Deney örneklerinde kullandığımız karaçam ve kestane ağaçları Kütahya ilinin Simav ilçesine bağlı Naşa Kasabasında bulunan Simav Orman İşletmesine ait depodan rasgele yöntemle temin edilmiştir. Larex ağacı ise Kütahya ilinin Simav ilçesinde bulunan Özbek kereste fabrikasından kereste olarak alınmıştır. Daha sonra ağaçların diri odun kısımlarından mekanik deneyler için standartlara uygun parçalar hazırlanmıştır. Hazırlanan bütün örneklerin kusursuz olmalarına özen gösterilmiştir.

Deney örnekleri 3 katmalı olarak hazırlanmıştır. Örnekler kesilirken tomrukların liflerine paralel yönde olmasına dikkat edilmiş ve buna göre hazırlanmıştır.

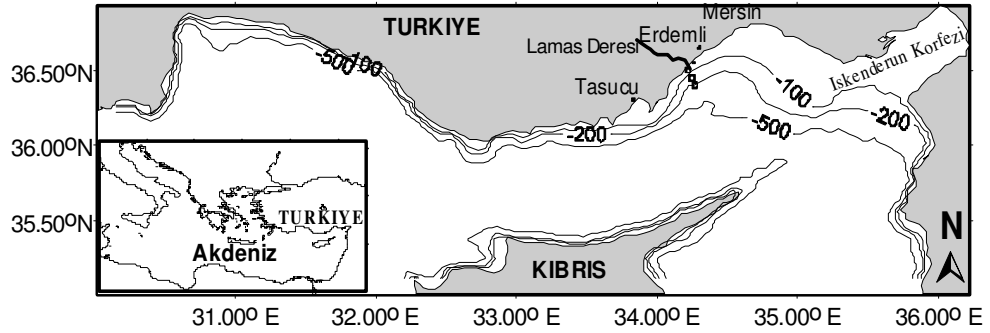
Örnek boyutlarının belirlenmesi ve hazırlanmasında TS 2474-2472-2595-2470-53 standartlarındaki esaslar dikkate alınmıştır. örneklerin elde edildiği ağaçlar doğal ortamda hava kuru rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra içlerinden budak, çatlak, çürük gibi kusurlu kısımlar ayrılarak düzgün lifli, kaliteli olan kısımları seçilmiş ve standartlara uygun olarak kesilmiştir. Yapıştırma işlemi, tutkal üreticisi firmanın tavsiyelerine uyularak yapılmış ve eşit pres basıncı uygulanmıştır.

5.2.2. Örneklerin empenye edilmesi

Eğilme deneyi için hazırlanan 20 x 20 x 300 mm ebatlarındaki örnekler, basınç direnci için hazırlanan 20 x 20 x 30 mm ebatlarındaki örnekler, yapışma direnci için hazırlanan 150 x 15 x 20 mm ebatlarındaki örnekler ağaç türlerinin karışmamaları için baş kısımlarından işaretlenmiştir. Hazırlanan deney örnekleri hava kuru halde iken, Uşak'ın Banaz ilçesinde bulunan Semitaş A.Ş.'de empenye edilmişlerdir. Burada su itici olarak Protim 230WR, koruyucu olarak da Wolmanith-CB ve Korasit-KS kullanılmıştır. Protim 230WR ve Korasit-KS ile empenye işleminde basınç yöntemi kullanılmış, Wolmanith-CB ile empenye işleminde ise vakum basınç metodu kullanılmıştır. Emprenyeme süresi Wolmanith-CB ile empenye edilen örnekler 3,5 saat, Protim 230 WR ve Korasit-KS ile empenye edilen örnekler ise 1,5 saat olarak uygulanmıştır.

5.2.3. Örneklerin deneme alanına yerleştirilmesi

Emprenyeme işlemi bittikten sonra örneklerin yüzeyleri bir birini kapatmayacak şekilde ayarlanarak, içine kolayca su alabilen plastik çuvallara konulmuştur. Bu çuvalın dışına, deniz içinde uzun süre bekleyeceğinden denizde dağılmamaları için demirden kafes yapılmıştır. Emprenyeli ve empenyesiz olarak hazırlanan deney numuneleri Mersin- Erdemli'de, ODTÜ, Deniz Bilimleri Enstitüsü' ne ait deney alanına, deniz seviyesinin 6 m aşağısına daldırılmış ve düzenli olarak kontrolleri yapılmıştır. Şekil 5.1'de haritada deney örneklerinin daldırıldığı alan gösterilmektedir.



Şekil 5.1 Deney örneklerinin Akdeniz suyuna daldırıldığı yer

5.2.4. Mekanik özelliklerin belirlenmesi

Bu çalışmada örnekler üzerinde statik eğilme direnci, yapışma deneyi ve liflere paralel yönde basınç dirençleri uygulanmıştır. Deneyin nasıl yapıldığı ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

5.2.4.1. Statik eğilme deneyi

Statik eğilme denemeleri TS 2474 standartlarında belirlenen esaslara göre, Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü araştırma laboratuvarında universal test cihazında yapılmıştır.

20 x 20 x 300 mm boyutlarındaki numuneler deney işleminden önce 20 °C ve % 65 bağıl neme sahip klimatize dolabında denge rutubetine ulaşmaya kadar bekletilmiş, % 12 rutubete getirildikten sonra, deney öncesi bu örneklerin genişlik ve kalınlıkları orta kısımlarından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir.

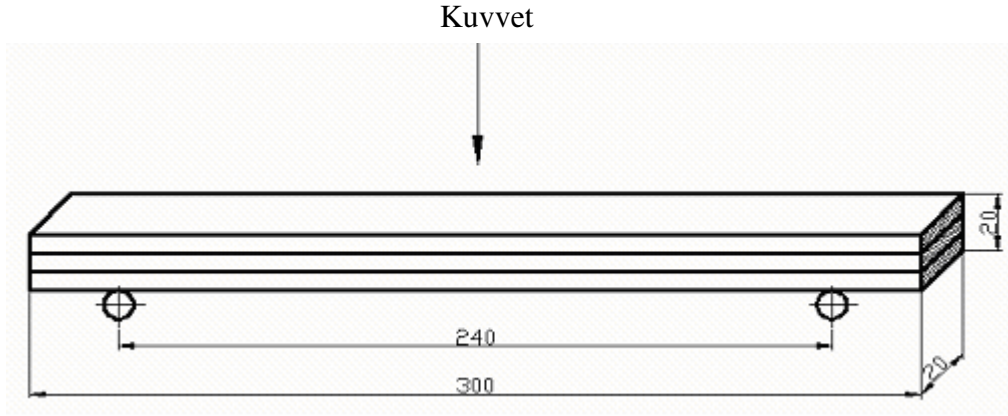
Deney makinesinin dayanak aralığı 240 mm olarak ayarlanmış ve kuvvet, numunelerin tam ortasından yıllık halkalara teğet yüzeyden uygulanmıştır. Mesnet aralığının belirlenmesinde örnek kalınlığının 12 katı dikkate alınmıştır. Yükleme hızı, kırılma işleminin 1,5-2 dakika sonra olacak şekilde ayarlanmış ve kırılma anındaki maksimum kuvvet 1 kp duyarlılıkta tespit edilmiş ve aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Statik eğilme direnci: } \sigma_e = \frac{3.P.L}{2.b.h^2} \quad (4,1)$$

Burada;

- σ_e : Eğilme direnci (N/mm^2),
 P : Kırılma anındaki max. kuvvet (N),
 L : Dayanak noktası arasındaki açıklık ($12xh$) (mm)
 b : Deneysel parçanın genişliği (mm),
 h : Deneysel parçanın kalınlığı (mm) .

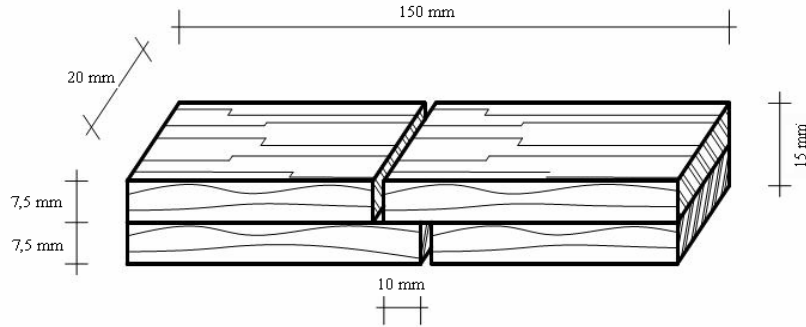
Eğilme direnci deney düzeneği Şekil 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.2 Eğilme direnci deneyi örnek boyutları

5.2.4.2. Yapışma deneyi

Yapışma deneyleri DIN 53255 sayılı standarda uygun olarak Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon bölümü araştırma laboratuvarında universal test cihazında yapılmıştır. 15 x 20 x 150 mm boyutlarında hazırlanan deneme örnekleri 20°C ve %65 bağıl nem şartlarında denge rutubetine ulaşmaya kadar klimatize edilip % 12 rutubete 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 uygulanmıştır. Kuvvet uygulaması, örnek kopuncaya kadar devam ettirilerek kopma anındaki maksimum yük makinenin kadranından okunarak kaydedilmiştir. Yapışma deneyi uygulanan örneklerin görünümü ve boyutları Şekil 5.3’te verilmiştir.



Şekil 5.3 Yapışma direnci deneyi örnek boyutları

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

$$\sigma = F / A = F / (b l) \quad (4.2)$$

Burada;

σ = Yapışma Direnci (N/mm^2),

F = Kopma anındaki kuvvet (N),

b = Yapışma yüzeyinin genişliği (mm),

l = Yapışma yüzeyinin uzunluğu (mm), dir.

5.2.4.3. Liflere paralel yönde basınç deneyi

Liflere paralel basınç direnci denemeleri TS 2595 sayılı standartlarda uygun olarak Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon bölümü araştırma laboratuvarında universal test cihazında yapılmıştır. 20x20x30 mm ebatlarında hazırlanmış olan deney numuneleri 20 °C ve %65 bağıl nem şartlarında denge rutubetine ulaşıncaya kadar klimatize edilerek % 12 rutubete getirilmiş ve kalınlıkları orta kısmından \pm %1 mm duyarlılıktaki bir mikrometre ile ölçülerek belirlenmiştir. Daha sonra deneyler yapılmıştır. Numunelerin en kesitine tam ortadan ve numuneleri 1.5-2 dakika içinde ezecek şekilde sabit bir yükleme hızı ayarlanmıştır. Kuvvet uygulaması, numune kırılıncaya kadar devam ettirilmiş ve kırılma anındaki maksimum kuvvet makinenin kadrından okunarak kaydedilmiştir.

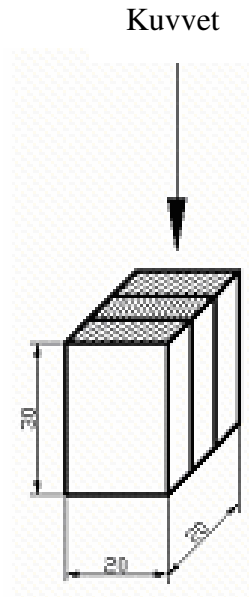
Kırılma anındaki kuvvet (F_{max}) ölçülerek liflere paralel basınç direnci ($\sigma_{B//}$) aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanacaktır.

$$\sigma_{B//} = \frac{F_{max}}{a.b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (4.3)$$

Burada;

- $\sigma_{B//}$: Liflere paralel basınç direnci
- F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N),
- a : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm),
- b : Örnek enine kesit kenar uzunluğu (mm)

Basınç direnci deneyi uygulanacak olan örneklerin görünümü ve boyutları Şekil 5.4'de verilmiştir.



Şekil 5.4 Basınç deneyi örneklerinin şekli ve boyutları

5.2.5. Fiziksel özelliklerin belirlenmesi

Başlangıçtaki emprenyeli ve emprenyesiz örneklerde, deniz suyu içerisinde 1 yıl süre ile bekletilen emprenyeli ve emprenyesiz örneklerde meydana gelen renk, koku, mantarlaşma ve deniz delicileri tarafından yapılan tahribatlar görsel olarak 3ay, 6ay, 9ay ve 12 aylık gözlemleri yapılarak gerekli incelemeler yapılmış ve gözlemler kaydedilmiştir.

6. BULGULAR

Kontrol, koruyucu (Wolmanit CB, Karosit KS) ve su itici (Protim 230WR) emprenye maddeleri ile muamele edilmiş karaçam, kestane ve larex örneklerinde mekaniksel araştırmalar yapılmıştır. Elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

6.1. Mekanik Testlere Ait Bulgular

Kontrol, koruyucu (Wolmanit CB, Karosit) ve su itici (Protim 230WR) emprenye maddeleri ile emprenye edilmiş karaçam, kestane ve larex ağağlarının diri odunlarında liflere paralel yönde basınç, teğet yöndeki eğilme ve yapışma deneyleri yapılmıştır. Elde edilen verilere istatiksels analizler uygulanmıştır.

6.1.1. Liflere paralel yönde basınç direncine ait bulgular

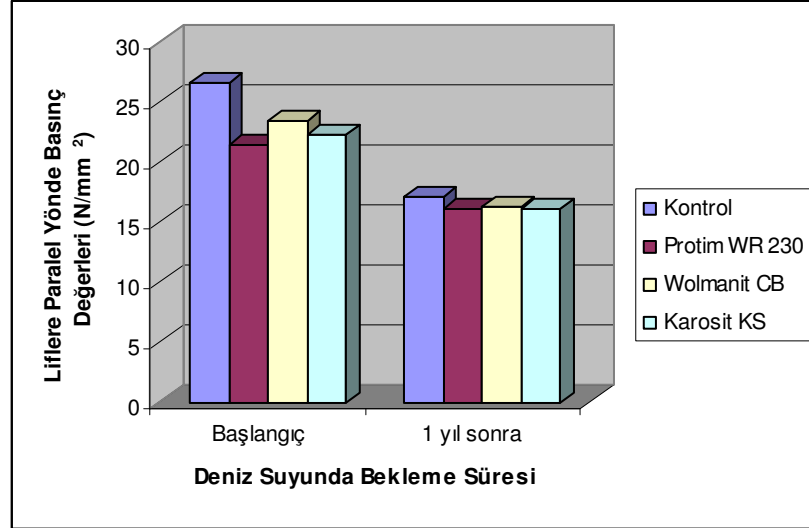
Koruyucu ve su itici emprenye maddeleri ile emprenye edilen karaçam, kestane ve larex örneklerinin, başlangıç ve suda bekleme sonucu oluşan liflere paralel yöndeki basınç deneyleri periyodik olarak yapılmıştır.

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.1'de verilmiştir.

Çizelge 6.1 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş karaçam 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	24,45	16,08
	Max	28,17	18,56
	\bar{e}	26,52	17,15
	δ_x	1,56	0,73
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	20,18	15,73
	Max	23,50	16,70
	\bar{e}	21,41	16,11
	δ_x	1,12	0,39
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	22,18	14,78
	Max	25,06	17,08
	\bar{e}	23,35	16,22
	δ_x	0,75	0,72
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	20,01	15,19
	Max	25,08	16,49
	\bar{e}	22,29	16,03
	δ_x	1,44	0,36
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yönde basınç direnç değerleri Şekil 6.1’de verilmiştir.



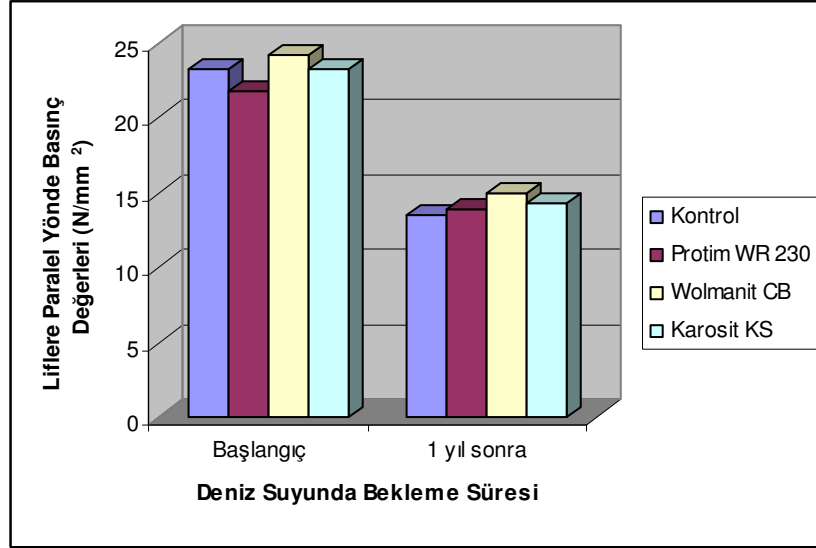
Şekil 6.1 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yönde basınç değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.2’de verilmiştir.

Çizelge 6.2 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam 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	21,58	12,84
	Max	25,56	14,01
	\bar{e}	23,26	13,53
	δ_x	1,16	0,38
	n	10	10
Protim 230WR	Min	20,02	13,20
	Max	23,50	14,84
	\bar{e}	21,72	13,86
	δ_x	1,06	0,44
	n	10	10
Wolmanit CB	Min	23,11	14,01
	Max	25,05	15,87
	\bar{e}	24,21	15,00
	δ_x	0,63	0,52
	n	10	10
Karosit KS	Min	22,16	13,70
	Max	25,72	15,07
	\bar{e}	23,29	14,35
	δ_x	1,10	0,51
	n	10	10

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Şekil 6.2’de verilmiştir.



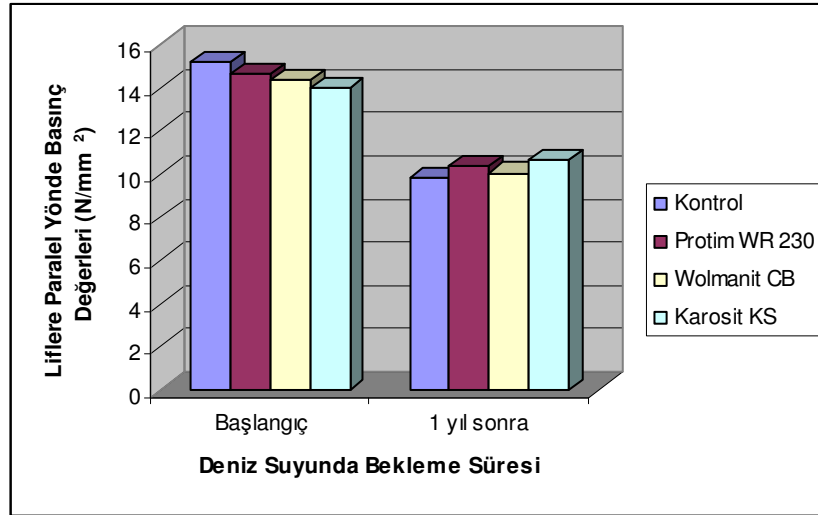
Şekil 6.2 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.3’de verilmiştir.

Çizelge 6.3 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	13,87	9,18
	Max	15,84	10,72
	\bar{e}	15,18	9,83
	δ_x	0,64	0,43
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	13,51	9,49
	Max	16,20	11,11
	\bar{e}	14,58	10,32
	δ_x	0,79	0,46
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	12,74	9,48
	Max	15,21	10,40
	\bar{e}	14,36	10,04
	δ_x	0,89	0,28
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	12,77	10,23
	Max	14,69	11,14
	\bar{e}	13,95	10,63
	δ_x	0,65	0,26
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri Şekil 6.3’de verilmiştir.



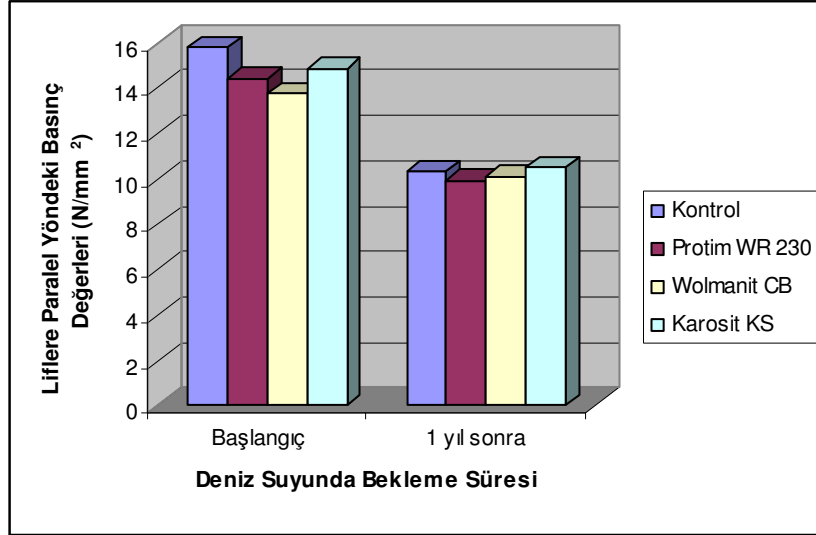
Şekil 6.3 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel basınç değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.4’te verilmiştir.

Çizelge 6.4 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	14,44	10,00
	Max	17,55	10,95
	\bar{e}	15,80	10,37
	δ_x	1,16	0,27
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	13,70	9,59
	Max	15,20	10,45
	\bar{e}	14,42	9,94
	δ_x	0,47	0,29
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	12,40	9,43
	Max	15,20	10,76
	\bar{e}	13,73	10,11
	δ_x	0,70	0,40
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	13,59	10,06
	Max	15,43	10,92
	\bar{e}	14,86	10,53
	δ_x	0,75	0,29
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel basınç değerleri Şekil 6.4'te verilmiştir.



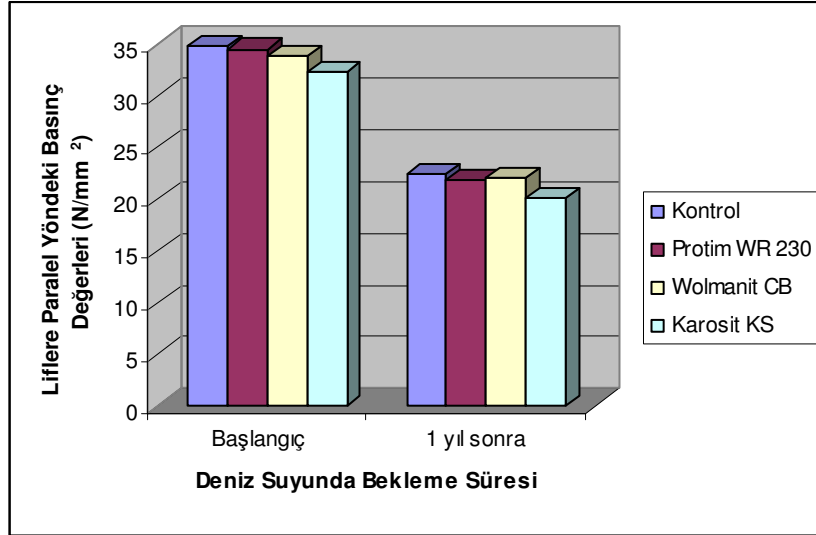
Şekil 6.4 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununa ait liflere paralel basınç değerleri

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.5'de verilmiştir.

Çizelge 6.5 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	32,06	21,53
	Max	36,91	23,43
	\bar{e}	34,68	22,43
	δ_x	1,43	0,64
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	33,19	21,30
	Max	36,21	22,96
	\bar{e}	34,44	21,82
	δ_x	0,82	0,48
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	32,70	21,33
	Max	35,40	22,74
	\bar{e}	33,70	22,04
	δ_x	0,80	0,49
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	31,17	19,44
	Max	34,46	20,91
	\bar{e}	32,21	20,09
	δ_x	1,05	0,44
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri Şekil 6.5'te verilmiştir.



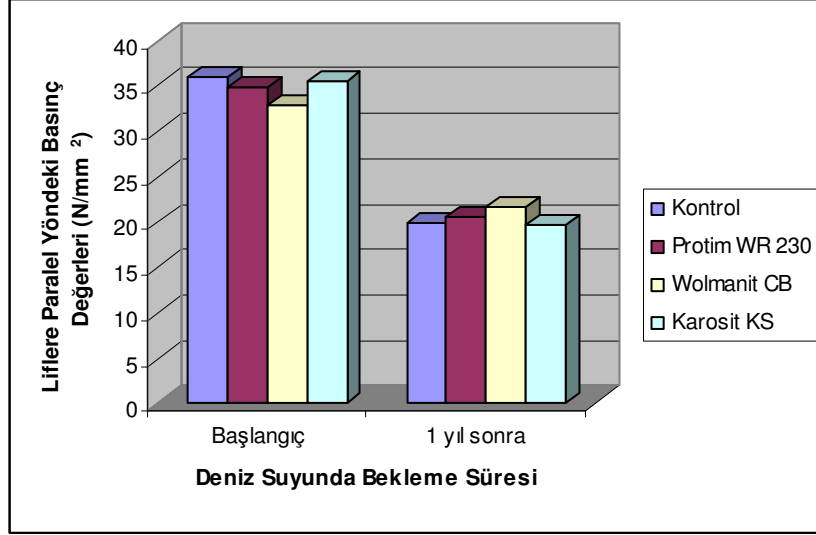
Şekil 6.5 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri Çizelge 6.6'da verilmiştir.

Çizelge 6.6 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex oduna ait liflere paralel yöndeki basınç direnci değerleri

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yöndeki Ortalama Basınç Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	33,93	19,18
	Max	38,50	21,63
	\bar{e}	36,04	19,89
	δ_x	1,25	0,72
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	33,70	19,40
	Max	36,10	21,70
	\bar{e}	34,93	20,55
	δ_x	0,69	0,67
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	31,16	20,51
	Max	34,21	22,48
	\bar{e}	32,90	21,63
	δ_x	0,76	0,59
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	33,42	19,16
	Max	37,81	20,51
	\bar{e}	35,58	19,76
	δ_x	1,28	0,40
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel yöndeki basınç değerleri Şekil 6.6'da verilmiştir.



Şekil 6.6 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex odununa ait liflere paralel basınç değerleri

Varyasyon Analizi

Karaçam, kestane ve larex örneklerinde liflere paralel yöndeki basınç direncine ait verilerde varyasyon analizi uygulanarak sonuçlar Çizelge 6.7’de verilmiştir.

Çizelge 6.7 Liflere paralel basınç değerlerinde varyasyon analizi

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	6.776	0.753	1.096 ns	0.364
1. Faktör (A)	2	18669.334	9334.667	13592.241**	0.000
2. Faktör (B)	1	8765.372	8765.372	12763.289**	0.000
A*B İntereks.	2	1606.591	803.295	1169.681**	0.000
3. Faktör (C)	7	140.339	20.048	29.192**	0.000
A*C İntereks.	14	154.662	11.047	16.086**	0.000
B*C İntereks.	7	133.278	19.040	27.724**	0.000
A*B*C İntereks.	14	108.522	7.752	11.287**	0.000
Hata	423	290.501	0.687		0.000
Genel	479	29875.375			

Bu sonuçlara göre, liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine uygulama farklılığı % 1 hata ile etkili olmuştur. Bununla birlikte tekerrürler arasındaki fark önemli görülmemektedir.

Ağaç türü, tutkal çeşidi ve farklı empenye maddelerinin deniz suyuna bir yıl süre ile maruz bırakılan ağaç malzemedeki basınç direncini nasıl etkilediğini araştırmak için yapılan çalışmada, değerler arasındaki fark % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada liflere paralel basınç değerleri arasında en iyi sonucun; epoxy tutkalı ve Protim WR 230 empenyeli karaçam odununda; daha sonra sırasıyla epoxy tutkalı, Protim WR 230 empenyeli kestane odununda ve poliüretan (PU) tutkalı ve Wolmanit CB empenyeli larex odununda görüldüğü anlaşılmaktadır.

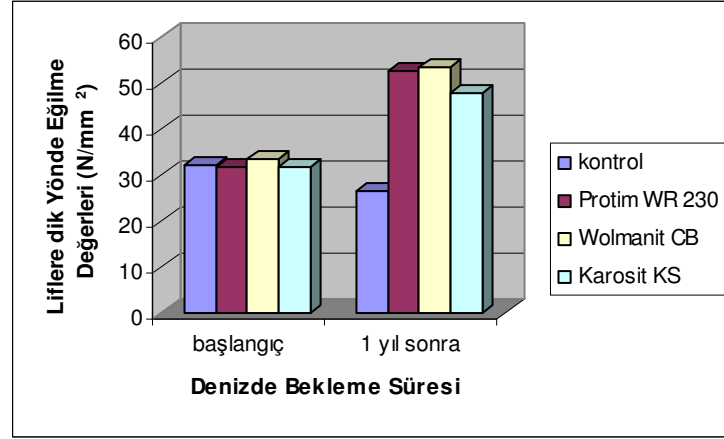
6.1.2. Eğilme direncine ait bulgular

Eğilme deneyleri, karaçam, kestane ve larex odunlarının liflere dik yönde olmak üzere tek yönde yapılmıştır. Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 6.8’de verilmiştir.

Çizelge 6.8 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	31,60	25,16
	Max	35,19	28,86
	\bar{e}	32,28	26,66
	δ_x	0,94	1,15
	n	10	10
	Profim 230WR	Min	31,11
Max		33,18	54,16
\bar{e}		31,74	52,63
δ_x		0,66	0,89
n		10	10
Wolmanit CB		Min	31,96
	Max	35,80	55,10
	\bar{e}	33,60	53,63
	δ_x	0,93	0,71
	n	10	10
	Karosit KS	Min	30,10
Max		33,20	48,50
\bar{e}		31,73	47,72
δ_x		0,75	0,61
n		10	10

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 6.7’de verilmiştir.



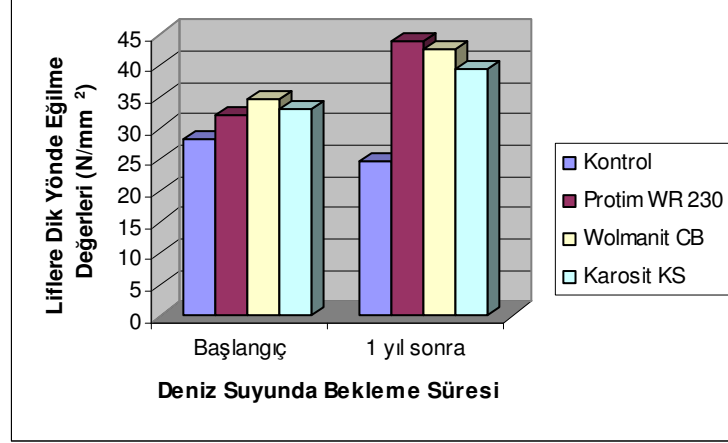
Şekil 6.7 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinin liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 6.9’de verilmiştir.

Çizelge 6.9 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerine ait eğilme direncine ait veriler

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	26,43	23,12
	Max	30,18	26,36
	$\bar{\epsilon}$	28,18	24,82
	δ_x	1,01	1,07
	n	10	10
	Protim 230WR	Min	31,40
Max		34,16	45,16
$\bar{\epsilon}$		32,00	44,06
δ_x		1,26	0,65
n		10	10
Wolmanit CB		Min	33,78
	Max	36,10	44,36
	$\bar{\epsilon}$	34,74	42,78
	δ_x	0,79	0,96
	n	10	10
	Karosit KS	Min	31,46
Max		35,07	40,97
$\bar{\epsilon}$		33,04	39,44
δ_x		0,98	0,81
n		10	10

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinin liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 6.8’de verilmiştir.



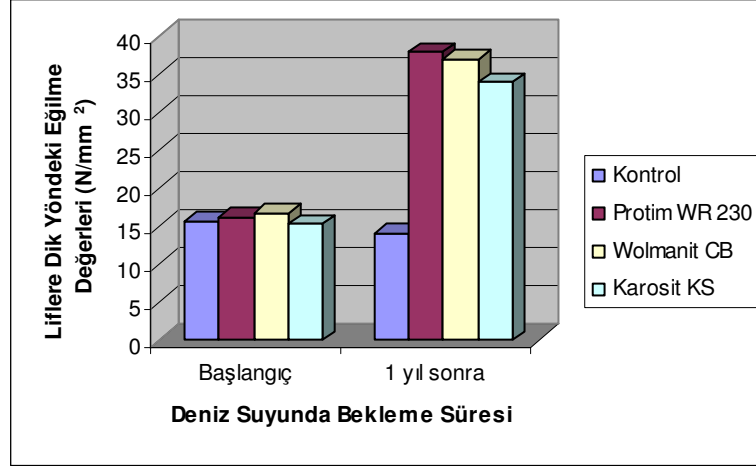
Şekil 6.8 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinin liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 6.10’da verilmiştir

Çizelge 6.10 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	14,20	13,00
	Max	17,00	15,49
	$\bar{\epsilon}$	15,66	14,04
	δ_x	0,70	0,66
	n	10	10
	Protim 230WR	Min	15,06
Max		17,23	39,10
$\bar{\epsilon}$		16,22	37,85
δ_x		0,57	0,78
n		10	10
Wolmanit CB		Min	15,06
	Max	18,23	38,17
	$\bar{\epsilon}$	16,69	37,04
	δ_x	0,80	0,61
	n	10	10
	Karosit KS	Min	13,96
Max		16,66	34,90
$\bar{\epsilon}$		15,32	34,03
δ_x		1,08	0,70
n		10	10

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 6.9’da verilmiştir.



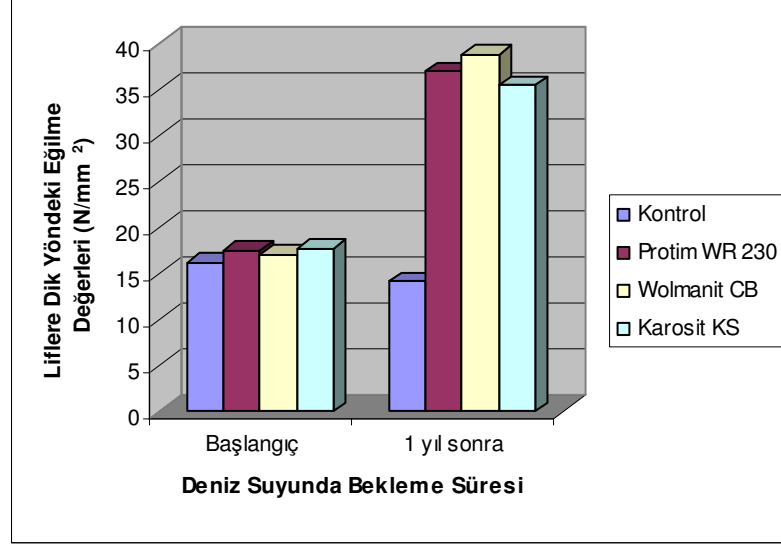
Şekil 6.9 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	14,90	12,48
	Max	17,80	16,71
	$\bar{\epsilon}$	16,15	14,15
	δ_x	0,82	1,25
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	16,12	34,98
	Max	19,01	38,20
	$\bar{\epsilon}$	17,48	36,96
	δ_x	0,78	0,94
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	16,03	37,70
	Max	18,20	40,23
	$\bar{\epsilon}$	17,00	38,83
	δ_x	0,56	0,62
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	15,12	34,23
	Max	18,71	36,85
	$\bar{\epsilon}$	17,73	35,42
	δ_x	1,06	0,88
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yönde eğilme direnci değerleri Şekil 6.10’da verilmiştir.



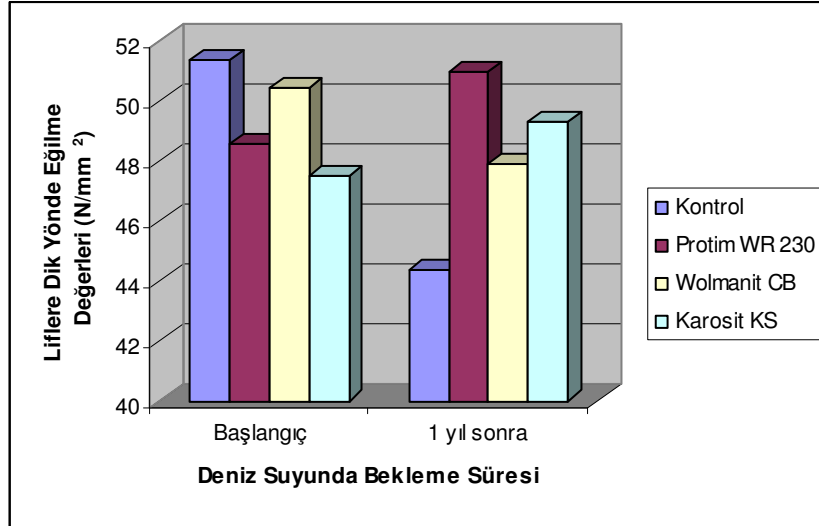
Şekil 6.10 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerine ait liflere dik yönde eğilme direnci

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme verileri Çizelge 6.12’de verilmiştir.

Çizelge 6.12 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	50,16	43,70
	Max	52,89	45,36
	$\bar{\epsilon}$	51,36	44,35
	δ_x	0,86	0,54
	n	10	10
	Protim 230WR	Min	47,56
Max		49,72	52,73
$\bar{\epsilon}$		48,59	50,97
δ_x		0,67	1,20
n		10	10
Wolmanit CB		Min	48,36
	Max	52,20	50,12
	$\bar{\epsilon}$	50,44	47,88
	δ_x	0,93	1,37
	n	10	10
	Karosit KS	Min	46,74
Max		49,12	50,02
$\bar{\epsilon}$		47,49	49,30
δ_x		0,69	0,50
n		10	10

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 6.11’de verilmiştir.



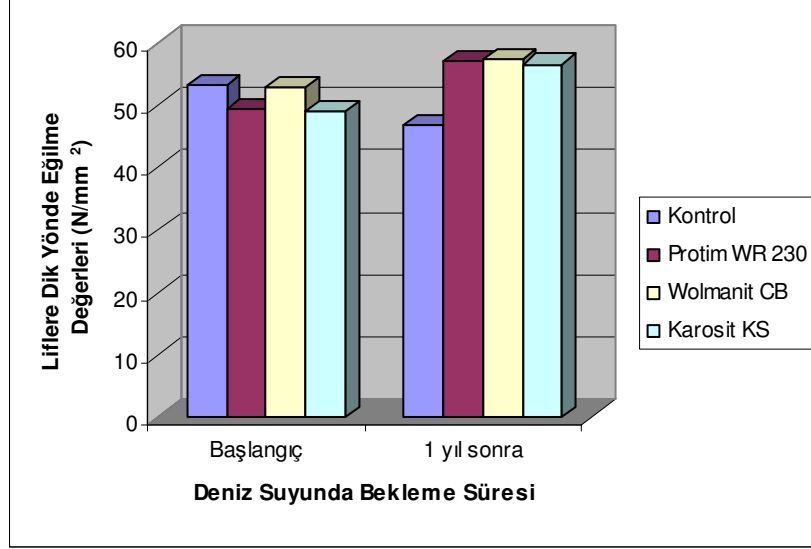
Şekil 6.11 Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direncine ait veriler Çizelge 6.13’te verilmiştir.

Çizelge 6.13 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direnci verileri

Emprenye Maddesi	Teğet Yöndeki Ortalama Eğilme Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	51,01	45,79
	Max	54,12	48,11
	$\bar{\epsilon}$	53,42	46,99
	δ_x	1,01	0,64
	n	10	10
	Protim 230WR	Min	47,21
Max		51,93	58,48
$\bar{\epsilon}$		49,51	57,20
δ_x		1,50	0,70
n		10	10
Wolmanit CB		Min	51,96
	Max	55,37	59,20
	$\bar{\epsilon}$	52,92	57,59
	δ_x	0,93	1,09
	n	10	10
	Karosit KS	Min	47,60
Max		52,87	58,70
$\bar{\epsilon}$		49,09	56,67
δ_x		1,55	1,00
n		10	10

Poliüretan tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerine ait liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri Şekil 6.12’de verilmiştir.



Şekil 6.12 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yöndeki eğilme direnci değerleri

Varyasyon analizi

Liflere dik yöndeki eğilme direncine ait verilerde varyasyon analizi aşağıdaki Çizelge 6.14'te verilmiştir.

Çizelge 6.14 Liflere dik yönde eğilme direnci değerlerinde varyasyon analizi

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	16.938	1.882	2.121*	0.026
1. Faktör (A)	2	58742.363	29371.182	33107.242**	0.000
2. Faktör (B)	1	8140.962	8140.962	9176.506**	0.000
A*B İntereks.	2	3703.987	1851.993	2087.570**	0.000
3. Faktör (C)	7	6955.163	993.595	1119.981**	0.000
A*C İntereks.	14	3096.937	221.210	249.348**	0.000
B*C İntereks.	14	6679.304	954.186	1075.560**	0.000
A*B*C İntereks.	14	1744.644	124.617	140.469**	0.000
Hata	423	375.266	0.887		0.000
Genel	479	89455.563			

Ağaç türü, kullanılan tutkal çeşidi ve farklı empenye maddelerinde, deniz suyuna 1 yıl süre ile maruz bırakılan deney numunelerinde, eğilme direncine etkisini araştırmak için yapılan çalışmada, değerler arasındaki fark % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada, ağaç türleri içinde liflere dik yönde eğilme direnci değerleri arasında en iyi sonucun epoxy tutkallı, Protim WR 230 empenyeli karaçam odununda; daha sonra sırasıyla epoxy tutkallı, Protim WR 230 empenyeli kestane odununda ve poliüretan (PU) tutkallı, Protim WR 230 empenyeli larex odununda tespit edilmiştir.

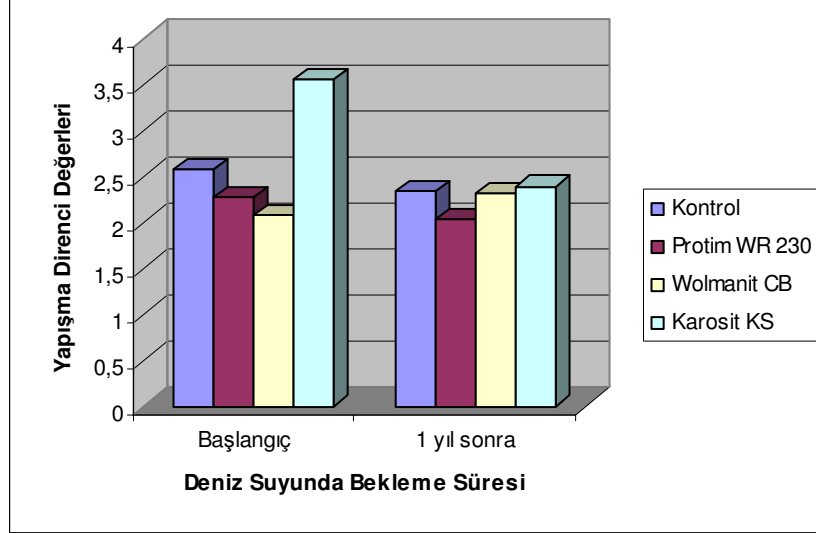
6.1.3. Yapışma direncine ait bulgular

Yapışma deneyleri, karaçam, kestane ve larex örneklerinde farklı tutkal ve emprenye maddeleri kullanılarak yapılmıştır. Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerine ait yapışma direnci verileri Çizelge 6.15'te verilmiştir

Çizelge 6.15 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerine ait yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	2,26	1,96
	Max	3,06	2,63
	\bar{e}	2,58	2,33
	δ_x	0,27	0,25
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Profim 230WR	Min	1,70	1,71
	Max	2,90	2,48
	\bar{e}	2,27	2,03
	δ_x	0,28	0,19
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	1,50	1,91
	Max	2,70	2,70
	\bar{e}	2,08	2,31
	δ_x	0,31	0,24
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	3,20	2,01
	Max	4,05	2,70
	\bar{e}	3,56	2,39
	δ_x	0,29	0,18
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma değerleri Şekil 6.13'te verilmiştir.



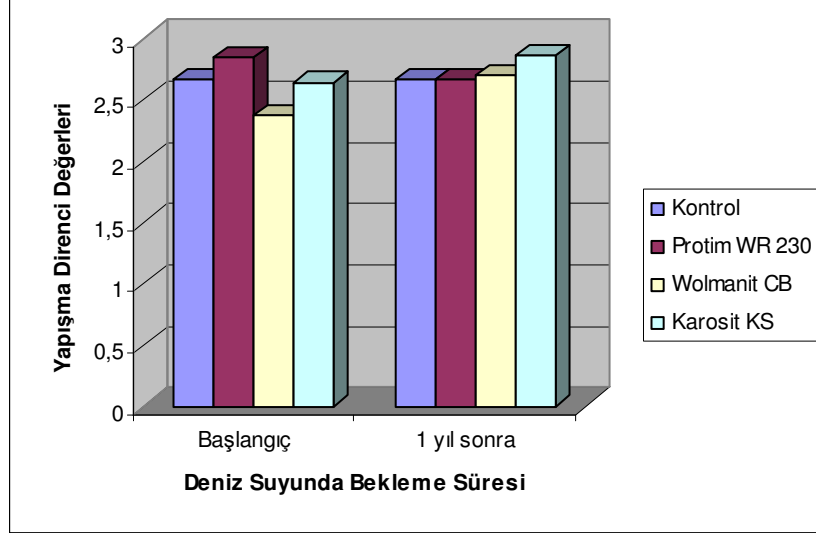
Şekil 6.13 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinin yapışma direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerine ait yapışma direnci verileri Çizelge 6.16'da verilmiştir.

Çizelge 6.16 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerine ait yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	2,06	2,36
	Max	3,27	2,90
	\bar{e}	2,67	2,67
	δ_x	0,42	0,18
	n	10	10
Protim 230WR		Başlangıç	1 Yıl Sonra
	Min	2,64	2,36
	Max	3,09	3,01
	\bar{e}	2,84	2,66
	δ_x	0,13	0,18
	n	10	10
Wolmanit CB		Başlangıç	1 Yıl Sonra
	Min	1,80	2,01
	Max	2,70	2,97
	\bar{e}	2,37	2,70
	δ_x	0,33	0,27
	n	10	10
Karosit KS		Başlangıç	1 Yıl Sonra
	Min	2,31	2,01
	Max	2,99	2,70
	\bar{e}	2,64	2,86
	δ_x	0,22	0,18
	n	10	10

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerine ait yapışma direnci değerleri Şekil 6.14'te verilmiştir.



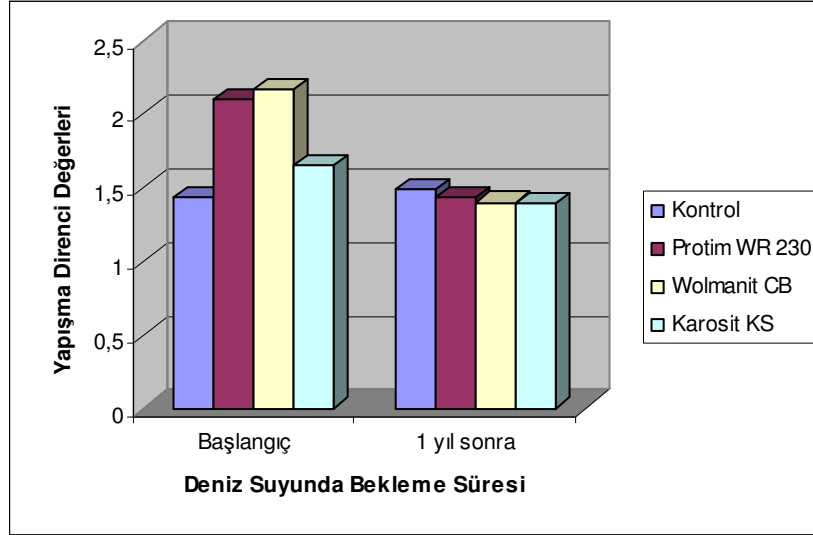
Şekil 6.14 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma direnci değerleri

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerine ait yapışma direnci verileri Çizelge 6.17'de verilmiştir.

Çizelge 6.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	1,29	1,26
	Max	1,56	1,70
	\bar{e}	1,43	1,49
	δ_x	0,07	0,16
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Profim 230WR	Min	1,70	1,36
	Max	2,96	1,55
	\bar{e}	2,10	1,43
	δ_x	0,33	0,07
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	1,70	1,16
	Max	2,70	1,70
	\bar{e}	2,17	1,40
	δ_x	0,36	0,16
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	1,36	1,21
	Max	2,01	1,70
	\bar{e}	1,65	1,39
	δ_x	0,18	0,18
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci değerleri Şekil 6.15'te verilmiştir.



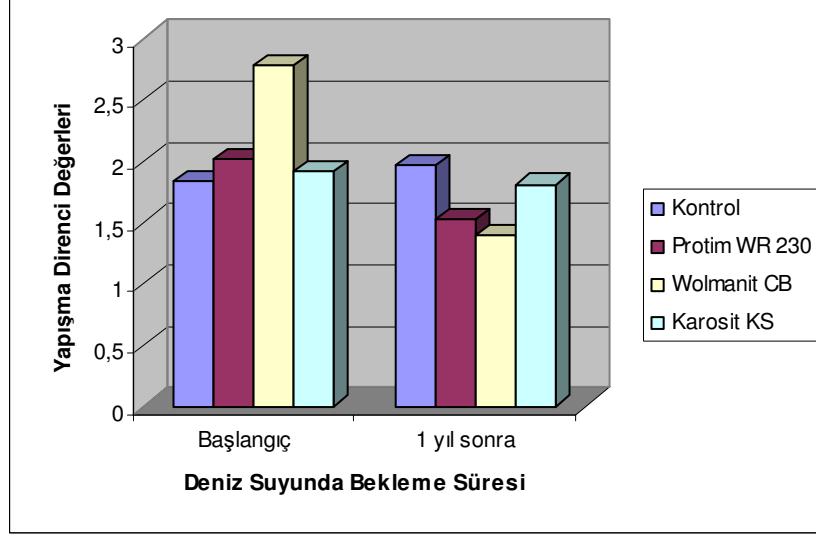
Şekil 6.15 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci verileri Çizelge 6.18'de verilmiştir.

Çizelge 6.18 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	1,66	1,87
	Max	1,95	2,16
	\bar{e}	1,84	1,96
	δ_x	0,10	0,12
	n	10	10
Protim 230WR	Min	1,36	1,43
	Max	2,66	1,70
	\bar{e}	2,01	1,52
	δ_x	0,39	0,09
	n	10	10
Wolmanit CB	Min	2,01	1,16
	Max	3,26	1,70
	\bar{e}	2,78	1,39
	δ_x	0,52	0,14
	n	10	10
Karosit KS	Min	1,67	1,48
	Max	2,27	2,07
	\bar{e}	1,92	1,81
	δ_x	0,23	0,15
	n	10	10

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci değerleri Şekil 6.16’da verilmiştir.



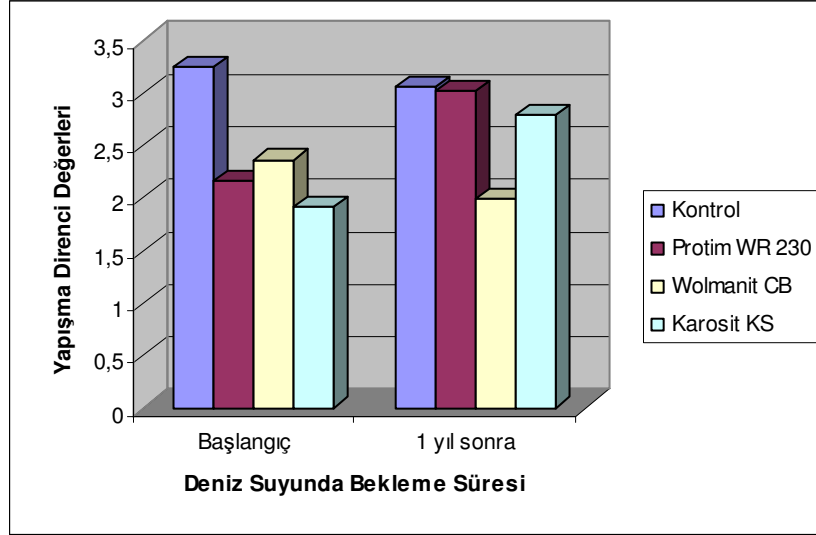
Şekil 6.16 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direnci değerleri

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci verileri Çizelge 6.19’da verilmiştir.

Çizelge 6.19 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	2,60	2,76
	Max	3,86	3,41
	\bar{e}	3,25	3,05
	δ_x	0,33	0,19
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Protim 230WR	Min	1,76	2,72
	Max	2,63	3,40
	\bar{e}	2,16	3,01
	δ_x	0,21	0,19
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	1,89	1,76
	Max	2,80	2,23
	\bar{e}	2,36	1,99
	δ_x	0,28	0,15
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	1,66	2,36
	Max	2,26	3,16
	\bar{e}	1,91	2,78
	δ_x	0,16	0,24
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci değerleri Şekil 6.17’de verilmiştir.



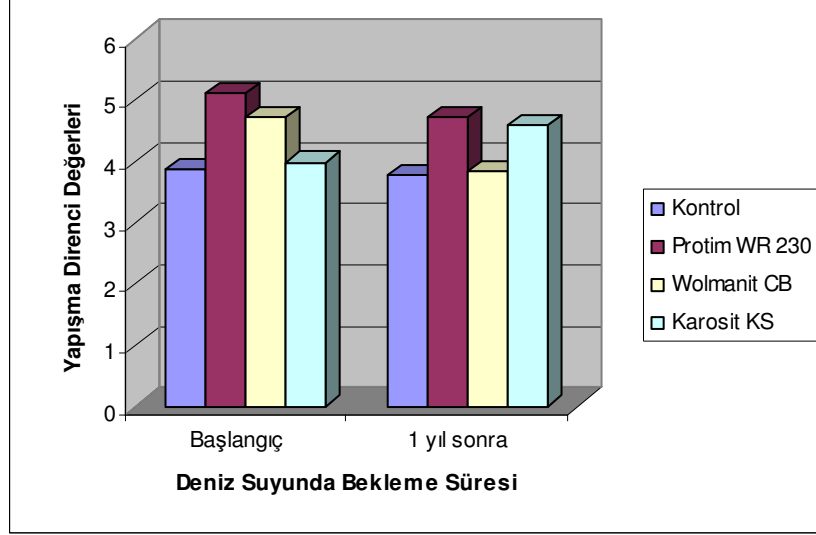
Şekil 6.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci verileri Çizelge 6.20’de verilmiştir.

Çizelge 6.20 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci verileri

Emprenye Maddesi	Ortalama Yapışma Direnci (N/mm ²)		
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Kontrol	Min	3,68	2,76
	Max	4,10	3,41
	\bar{e}	3,86	3,77
	δ_x	0,12	0,19
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Profim 230WR	Min	4,78	4,42
	Max	5,70	5,01
	\bar{e}	5,10	4,70
	δ_x	0,27	0,17
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Wolmanit CB	Min	4,30	3,56
	Max	5,40	4,10
	\bar{e}	4,72	3,83
	δ_x	0,38	0,16
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra
Karosit KS	Min	3,70	4,18
	Max	4,26	5,01
	\bar{e}	3,98	4,59
	δ_x	0,16	0,26
	n	10	10
		Başlangıç	1 Yıl Sonra

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci değerleri Şekil 6.18’de verilmiştir.



Şekil 6.18 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex örneklerinde yapışma direnci değerleri

Varyasyon analizi

Karaçam, kestane ve larex örneklerinde yapışma direncine ait verilerde varyasyon analizi yapılarak Çizelge 6.21’de verilmiştir.

Çizelge 6.21 Yapışma direnci değerlerinde varyasyon analizi

Varyasyon Katsayısı	SD	Karelerinin Toplamı	Karelerinin Ortalamaları	F	P (%)
Tekerrür	9	0.957	0.106	1.679 ns	0.091
1. Faktör (A)	2	224.415	112.208	1771.950**	0.000
2. Faktör (B)	1	3.577	3.577	56.493**	0.000
A*B İntereks.	2	4.833	2.416	38.159**	0.000
3. Faktör (C)	7	74.366	10.624	167.766**	0.000
A*C İntereks.	14	88.684	6.335	100.034**	0.000
B*C İntereks.	7	7.371	1.053	16.628**	0.000
A*B*C İntereks.	14	24.436	1.745	27.564**	0.000
Hata	423	26.786	0.063		
Genel	479	455.426			

Ağaç türü, tutkal çeşidi ve farklı empenye maddelerinin deniz suyu içerisinde bir yıl süre ile bekletilen ağaç malzemede yapışma direncini nasıl etkilediğini araştırmak için yapılan çalışmada, değerler arasındaki fark % 99 güven düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Burada, karaçam, kestane ve larex ağaçları epoxy ve poliüretan (PU) tutkalları ile yapıştirılarak farklı empenye maddeleri ile muamele edilmişlerdir. Yapışma direnci değerleri arasında en iyi sonucun poliüretan (PU) tutkallı, Wolmanit CB empenyeli karaçam odununda; daha sonra sırası ile poliüretan (PU) tutkallı, deniz suyunda bekletilen son kontrol kestane odununda ve epoxy tutkallı, Karosit KS empenyeli larex odununda görüldüğü anlaşılmaktadır.

6.2. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular

Koruyucu ve su itici empenye maddeleri ile empenye edilmiş örneklerde, empenye işleminden hemen sonra kontrol örneklerinde ve empenyeli örneklerde ayrıca denizsuyuna 1 yıl süre ile maruz bırakılan hem kontrol hem de empenyeli örneklerde meydana gelen renk değişimi, koku değişimi, mantarlaşma ve çürüklükler gibi oluşan kusurların tespiti için karaçam, kestane ve larex örneklerinin 3'er aylık periyodik incelemeleri yapılmıştır.

Başlangıçta empenyeleme işleminden hemen sonra kontrol ve empenyeli numuneler üzerinde yapılan görsel incelemelerde Protim 230 WR ve Wolmanit CB ile empenye edilen karaçam ve larex örneklerde çok az derece renk ve koku değişimi olurken, kestane odununda

karosit KS ile emprenye sonucunda kestane odununun doğal renginden koyu kahverengi bir renk değişimi olmuştur. Bununla beraber az da olsa koku değişimi olmuştur.

Deniz içerisinde 1 yıl süre ile bekletilen numunelerde ise periyodik olarak gözlemler yapılmıştır.

İlk 3 ay sonunda denizden çıkarılan numunelerde yapılan incelemelerde en fazla renk değişimi emprenyesiz daha sonra emprenyeli kestane odununda olduğu bununla birlikte kontrol karaçam ve larex odunlarında renk değişiminin başlangıç değerlerine göre çok az arttığı saptanmıştır. Denizde bekletilen numuneler üzerinde tahribat açısından yapılan incelemelerde, kontrol örneklerinde özellikle kestane daha sonra karaçam örneklerinde kısım kısım küçük çapta gözle görülebilir delikçikler olduğu belirlenmiştir. Bu tahribata deniz delicileri diye tabir edilen bir tür deniz canlısı neden olmuştur. İlk 3 ay içerisinde emprenyeli örneklerde hiçbir tahribatın olmadığı ve renk değişiminin sadece kestane odununda olduğu ve karaçamda ise renk ve koku değişiminin başladığı belirlenmiştir. Emprenyeli larex odununda hiçbir renk ve koku değişimi olmazken tahribata da rastlanılmamıştır.

6 ay sonra yapılan incelemelerde ise kontrol örneklerinin hepsinde başlangıca göre renk değişiminin arttığı ama en fazla renk değişiminin emprenyeli ve emprenyesiz kestane odununda olduğu belirlenmiştir. Koku değişiminde de az da olsa artma olmuş bununla beraber özellikle kestane örnekleri üzerine el sürüldüğünde elin kaydığı hissedilmiştir. Bu aşamada emprenyesiz kestane odununda sümüksü bir yapı oluşmaya başlamıştır. Karaçam örneklerindeki renk ve koku değişimi başlangıca göre artmış, tahribat açısından incelendiğinde kontrol örneklerindeki kurt yeniği sayılarında artmalar olduğu bununla beraber kontrol kestane ve karaçam örnekleri üzerine küçük deniz kabuklularının yapıştığı gözlenmiştir. Bu aşamada larex odununda sadece renk ve koku değişiminin olduğu belirlenmiş tahribata rastlanılmamıştır.

9 ay sonraki yapılan fiziksel incelemelerde tüm örneklerinin özellikle kestane örneklerinde başlangıç değerlerine göre renk değişimi ve koku değişimi çok fazla artmış karaçam ve larex örneklerinde de bu değerlerin arttığı belirlenmiştir. Bu dönem içerisinde kestane odunu üzerindeki sümüksü yapının ve yüzey yumuşamasının arttığı belirlenmiştir. Emprenyesiz örnekler üzerine özellikle kestane sonra karaçam daha sonrada larex örneklerine el sürüldüğünde elin çok fazla kaydığı hissedilmiştir. Örneklerdeki tahribat sayılarında başlangıca göre sırası ile kestane kontrol, karaçam kontrol ve çok az larex kontrol örneklerinde artmalar olmuştur. Bunun yanında emprenyeli örneklerde tahribat olmamıştır.

Bir yıl sonra yapılan incelemelerde başlangıca göre renk ve koku değişiminin en fazla olduğu saptanmıştır. Özellikle kestane odunu renk olarak çıplak gözle tanınamaz hale gelmiştir. Tüm örneklerin üzerine el sürüldüğünde el kaymasında da artmalar olmuş sümükümsü yapı bu aşamada kontrol kestane odununda maksimum seviyeye ulaşmıştır bunu sırası ile kontrol karaçam, kontrol larex odunu izlemiştir. Bunun yanı sıra özellikle kontrol örneklerinin üzerinin kolaylıkla tırnakla kazınabildiği ve kestane kontrol örneklerinin en çok çürüyen odun olduğu gözlenmiştir. Bu symptom yumuşak çürüklüğün en belirgin özelliğidir. Tahribatlara bakıldığında delik sayılarının arttığı, en fazla tahribatın kontrol kestane ve sırası ile kontrol karaçam ve kontrol larex odunlarında oluştuğu saptanmıştır.

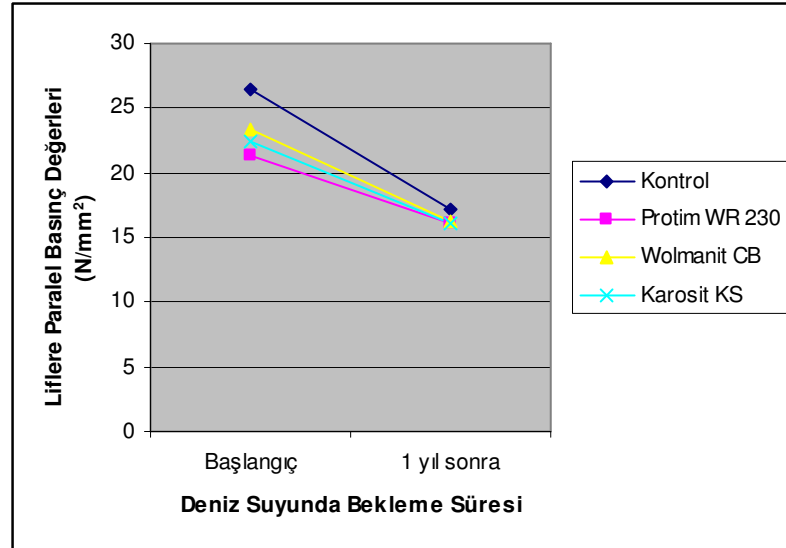
7. SONUÇ-TARTIŞMA VE ÖNERİLER

7.1. Mekaniksel Deneyle Ait Sonuçlar

Mekanik özelliklerdeki değişimin belirlenmesi amacıyla karaçam, kestane ve larex ağaçlarının liflere paralel yönde basınç, liflere dik yönde eğilme ve yapışma direnci deneyleri yapılmıştır. Bunlarla ilgili elde edilen sonuçlar aşağıda verilmektedir.

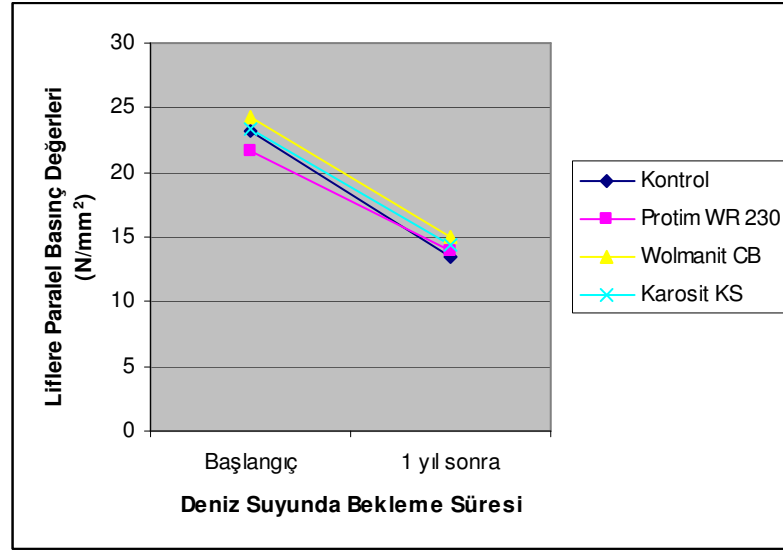
7.1.1. Liflere paralel basınç deneyine ait sonuçlar

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.1’de gösterilmiştir.



Şekil 7.1 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerindeki basınç direnci değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.2’de gösterilmiştir.



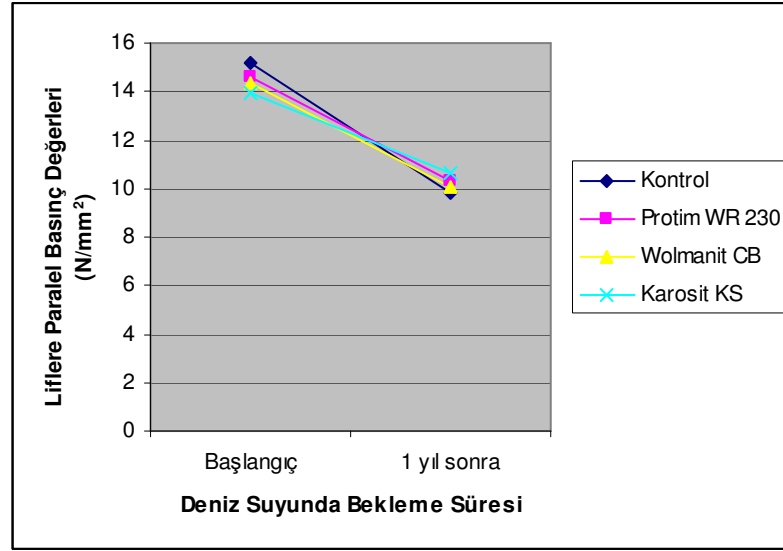
Şekil 7.2 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerindeki basınç direnci değişimi

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde yapılan liflere paralel basınç deneyleri sonunda meydana gelen basınç direnci değişim oranları Çizelge 7.1’de verilmiştir.

Çizelge7.1 Lamine karaçam odununda basınç direnci değişimi (%)

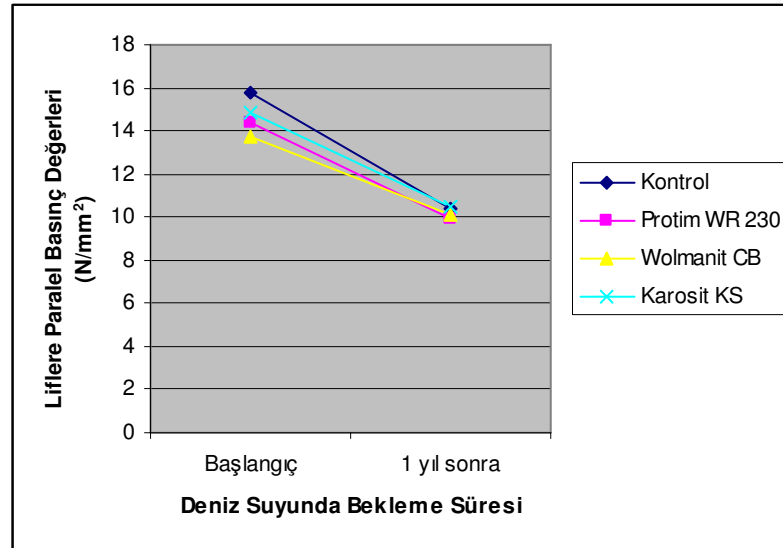
Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Karaçam – Epoxy Tutkal	Karaçam Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-35,33	-41,83
Protim WR 230	-24,75	-36,18
Wolmanit CB	-30,53	-38,04
Karosit KS	-28,08	-38,38

Epoxy tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.3’de gösterilmiştir.



Şekil 7.3 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane odununda basınç direnci değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.4’de gösterilmiştir.



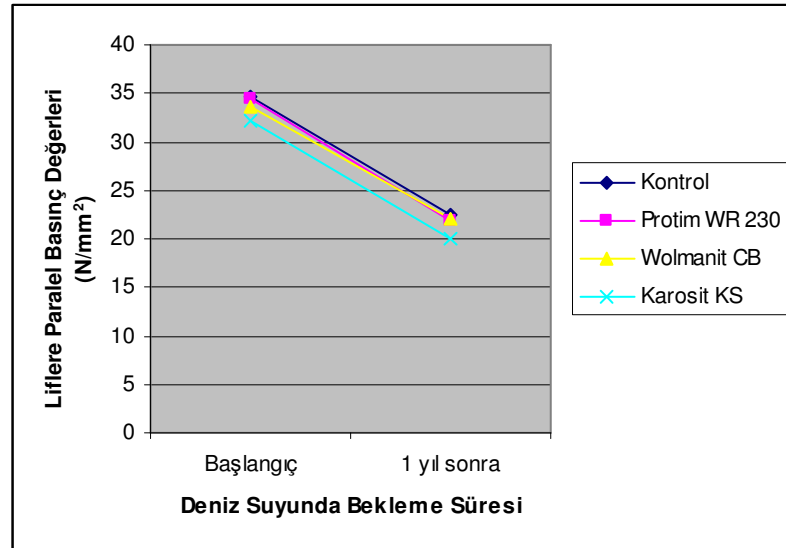
Şekil 7.4 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde basınç direnci değişimi

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile lamine edilmiş kestane örneklerinde yapılan liflere paralel basınç deneyleri sonunda meydana gelen basınç direnci değişim oranları Çizelge 7.2’de verilmiştir.

Çizelge 7.2 Lamine kestane odununda basınç direnci değişimi(%)

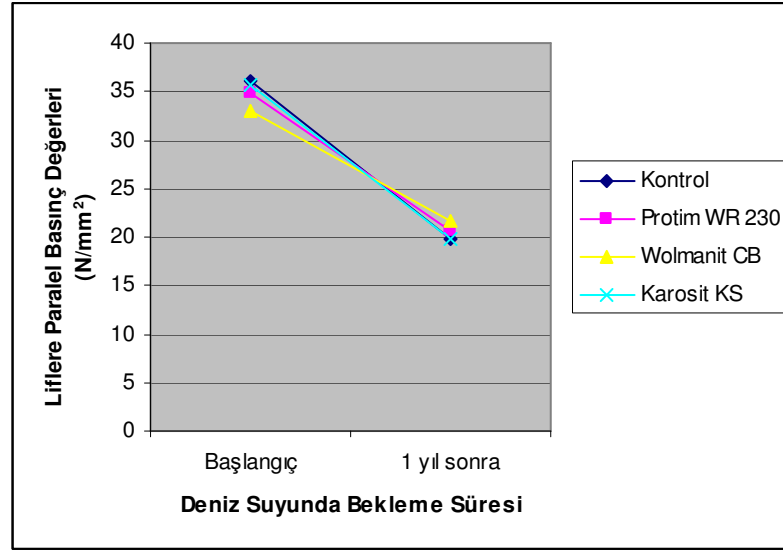
Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Kestane – Epoxy Tutkal	Kestane Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-35,24	-34,36
Protim WR 230	-29,21	-31,06
Wolmanit CB	-30,08	-26,36
Karosit KS	-23,79	-29,13

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.5'te gösterilmiştir.



Şekil 7.5 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde basınç direnci değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere paralel yönde basınç deneyinde meydana gelen değişim Şekil 7.6'da gösterilmiştir.



Şekil 7.6 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde basınç direnci değişimi

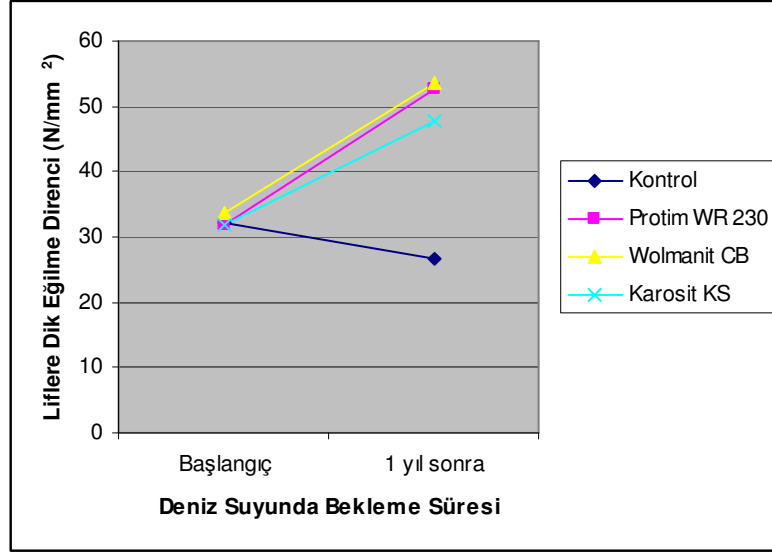
Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile lamine edilmiş larex örneklerinde yapılan liflere paralel basınç deneyleri sonunda meydana gelen basınç direnci değişim oranları Çizelge 7.3'te verilmiştir.

Çizelge 7.3 Lamine larex odununda basınç direnci değişimi(%)

Emprenye Maddesi	Liflere Paralel Yönde Basınç Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Larex – Epoxy Tutkal	Larex Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-35,32	-44,81
Protim WR 230	-36,64	-41,16
Wolmanit CB	-34,59	-34,25
Karosit KS	-37,62	-44,46

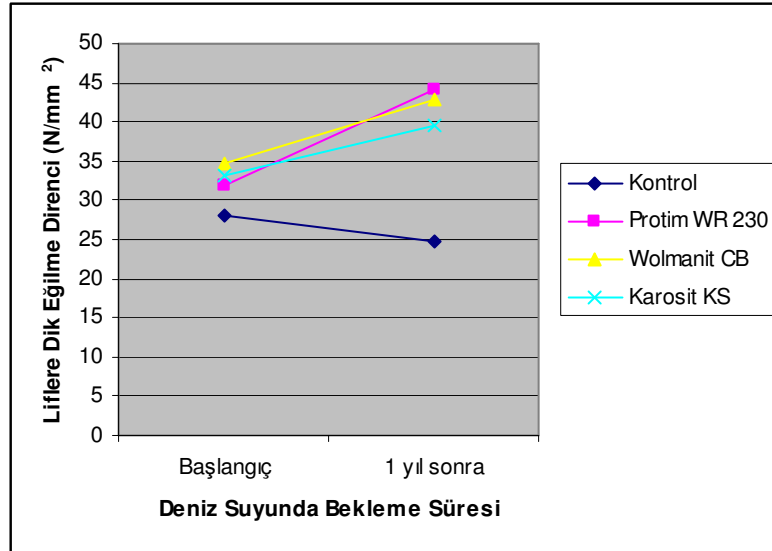
7.1.2. Liflere dik yönde eğilme deneyi sonuçları

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.7'de gösterilmiştir.



Şekil 7.7 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerindeki eğilme direnci

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.8’de gösterilmiştir.



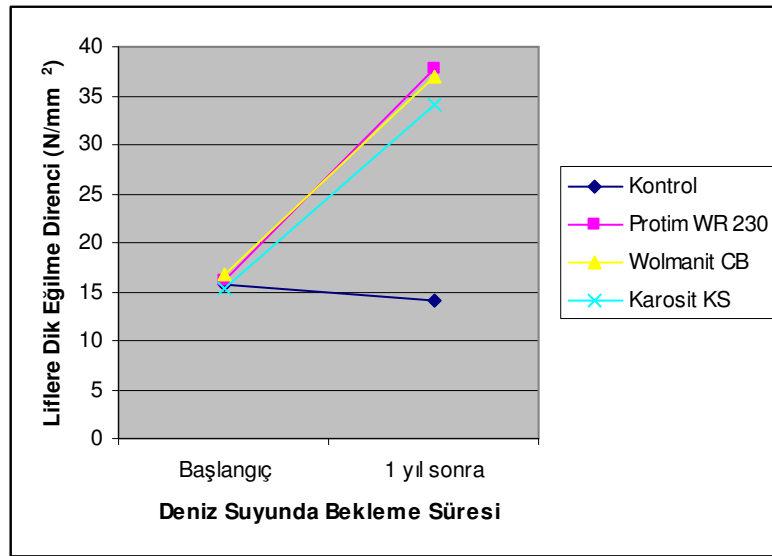
Şekil 7.8 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş karaçam örneklerindeki eğilme direnci

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile lamine edilmiş karaçam örneklerinde yapılan liflere dik yönde eğilme deneyleri sonunda meydana gelen eğilme direnci değişim oranları Çizelge 7.4’de verilmiştir.

Çizelge 7.4 Lamine karaçam odununda eğilme direnci değişimi(%)

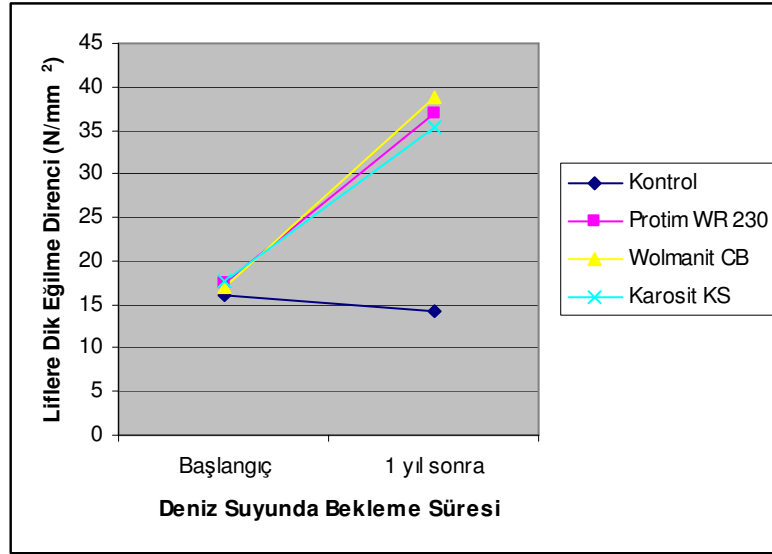
Emprenye Maddesi	Liflere Dik Yönde Eğilme Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Karaçam – Epoxy Tutkal	Karaçam- Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-17,41	-11,92
Protim WR 230	+65,81	+37,68
Wolmanit CB	+59,61	+23,24
Karosit KS	+50,39	+19,37

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.9'da gösterilmiştir.



Şekil 7.9 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde eğilme direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.10'da gösterilmiştir



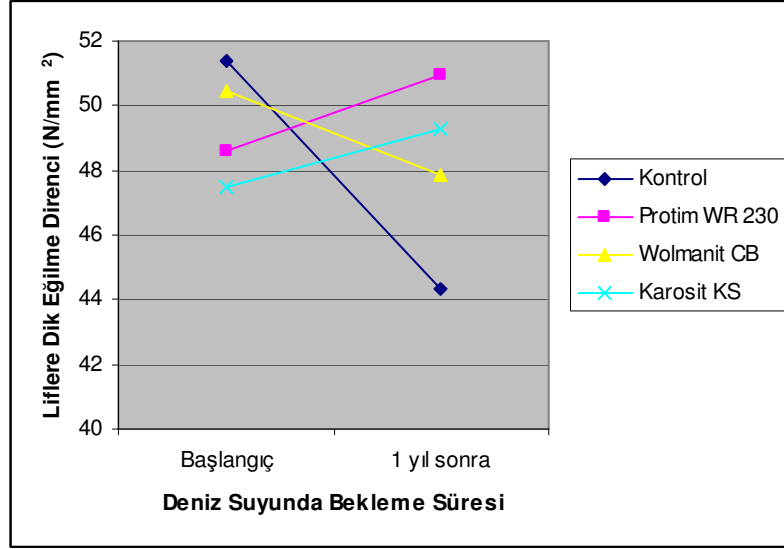
Şekil 7.10 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş kestane örneklerinde eğilme direnci değeri

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile lamine edilmiş kestane örneklerinde yapılan liflere dik yönde eğilme deneyleri sonunda meydana gelen eğilme direnci değişim oranları Çizelge 7.5'te verilmiştir.

Çizelge 7.5 Lamine kestane örneklerinde eğilme direnci değişimi(%)

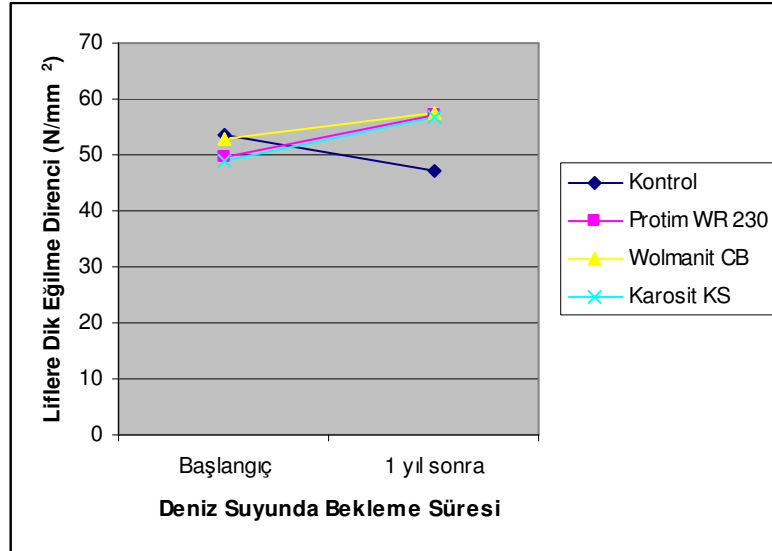
Emprenye Maddesi	Liflere Dik Yönde Eğilme Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Kestane – Epoxy Tutkal	Kestane - Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-10,34	-12,38
Protim WR 230	+133,35	+111,44
Wolmanit CB	+121,92	+128,41
Karosit KS	+122,12	+99,77

Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.11'de gösterilmiştir.



Şekil 7.11 Epoksi tutkalı ile lamine edilmiş larex odununda eğilme direnci değerleri

Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine larex örneklerinde liflere dik yönde eğilme direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.12’de gösterilmiştir.



Şekil 7.12 Poliüretan (PU) tutkalı ile lamine edilmiş larex odununda eğilme direnci

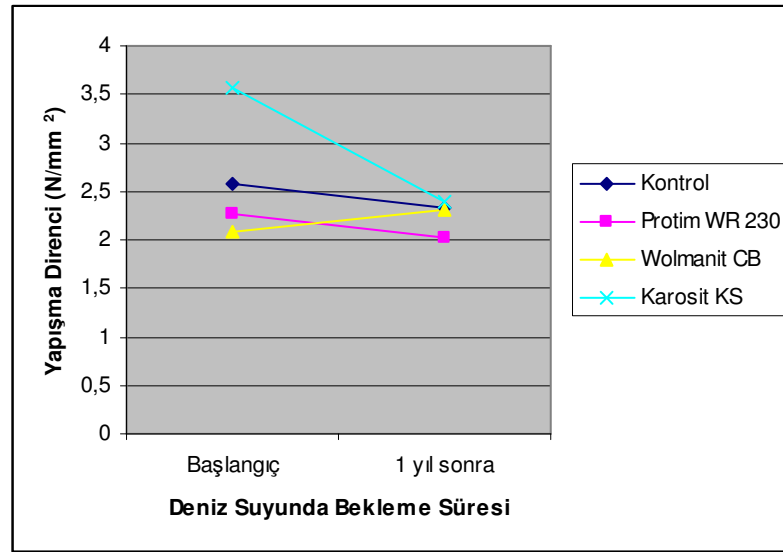
Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile yapıştırılmış lamine Larex odununda yapılan liflere dik yönde eğilme deneyleri sonunda meydana gelen eğilme direnci değişim oranları Çizelge 7.6’da verilmiştir.

Çizelge 7.6 Lamine larex örneklerinde eğilme direnci değişimi(%)

Emprenye Maddesi	Liflere Dik Yönde Eğilme Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Larex – Epoxy Tutkal	Larex - Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-13,64	-12,03
Protim WR 230	+4,89	+15,53
Wolmanit CB	-5,07	+8,82
Karosit KS	+3,81	+15,44

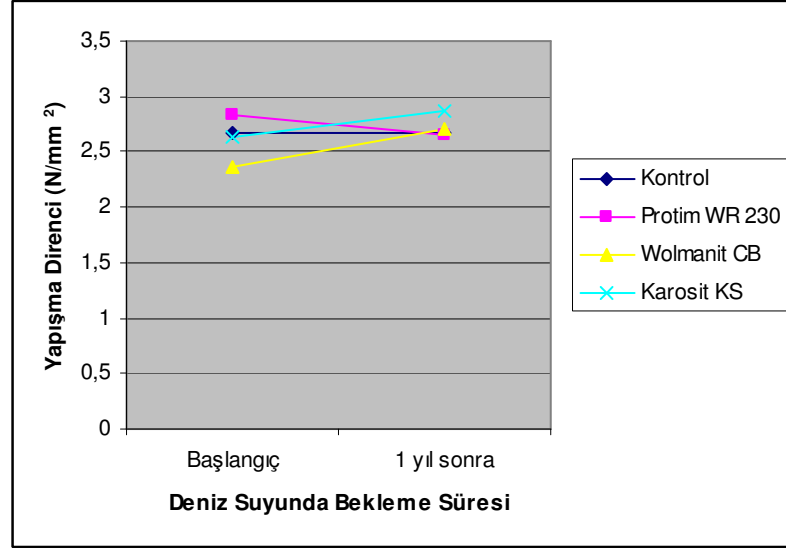
7.1.3. Yapışma direncine ait sonuçlar

Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.13’de gösterilmiştir.



Şekil 7.13 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma direnci değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.14’de gösterilmiştir.



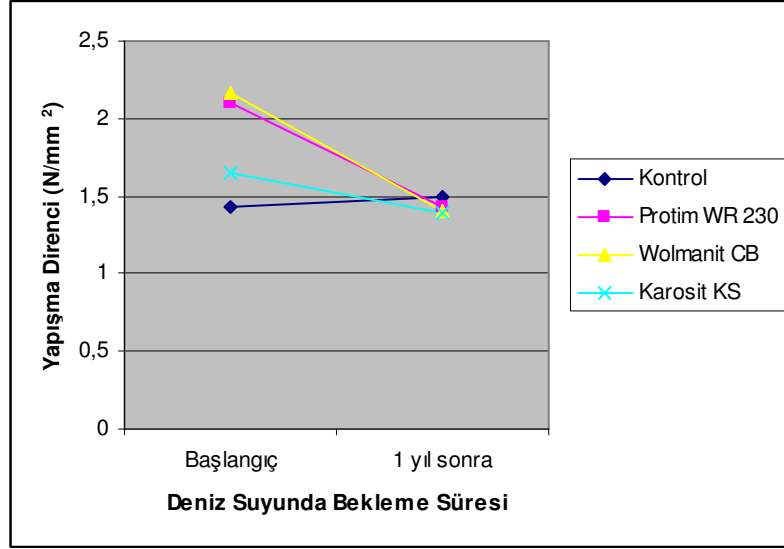
Şekil 7.14 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış karaçam örneklerinde yapışma direnci değişimi

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile yapıştırılmış karaçam odununda yapılan yapışma deneyleri sonunda meydana gelen yapışma direnci değişim oranları Çizelge 7.7’de verilmiştir.

Çizelge 7.7 Karaçam odununda yapışma direnci değişimi(%)

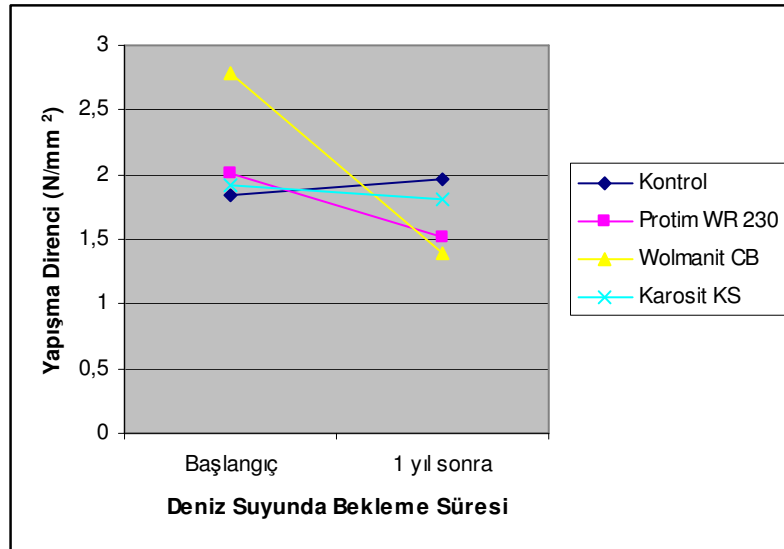
Emprenye Maddesi	Yapışma Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Karaçam – Epoxy Tutkal	Karaçam- Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-9,68	0
Protim WR 230	-10,57	-6,33
Wolmanit CB	+11,05	+13,92
Karosit KS	-32,86	+8,33

Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.15’te gösterilmiştir.



Şekil 7.15 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direncinde değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane odunu deney örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.16’da gösterilmiştir.



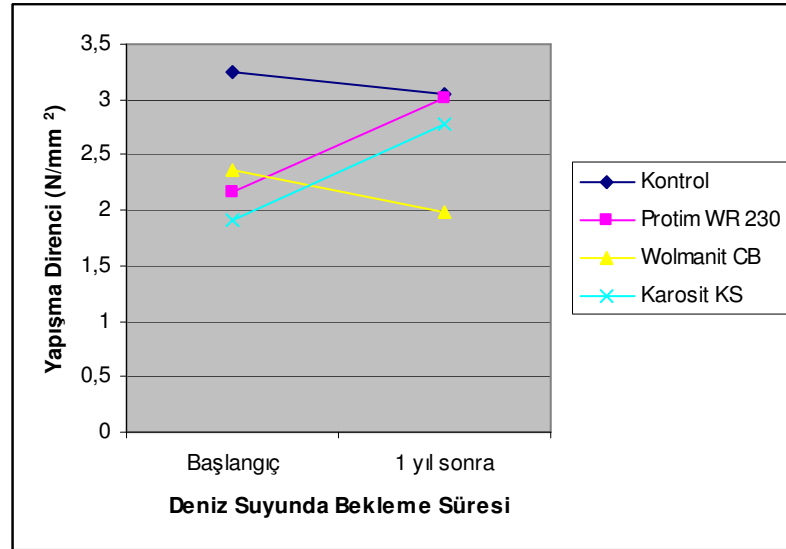
Şekil 7.16 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış kestane odununda yapışma direnci

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile yapıştırılmış kestane odununda yapılan yapışma deneyleri sonunda meydana gelen yapışma direnci değişim oranları Çizelge 7.8’de verilmiştir.

Çizelge 7.8 Kestane odununda yapışma direnci değişimi(%)

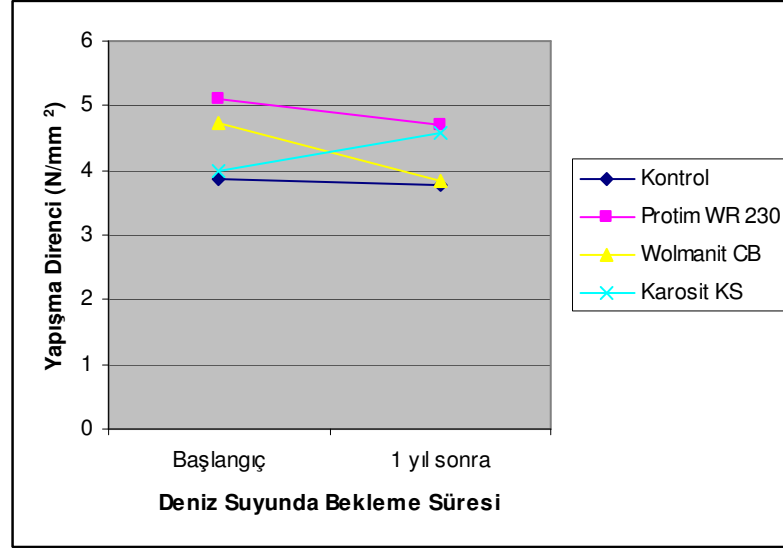
Emprenye Maddesi	Yapışma Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Kestane – Epoxy Tutkal	Kestane - Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	+4,19	+6,52
Protim WR 230	-31,90	-24,37
Wolmanit CB	-35,48	-100
Karosit KS	-15,75	-5,72

Epoksi tutkalı ile yapıştırılmış larex odunun deney örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.17’de gösterilmiştir.



Şekil 7.17 Epoxy tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direncinde değişimi

Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex odunun deney örneklerinde yapışma direncinde meydana gelen değişim Şekil 7.18’de gösterilmiştir.



Şekil 7.18 Poliüretan (PU) tutkalı ile yapıştırılmış larex odununda yapışma direnci

Epoxy ve Poliüretan (PU) tutkalları ile yapıştırılmış larex odununda yapılan yapışma deneyleri sonunda meydana gelen yapışma direnci değişim oranları Çizelge 7.9’da verilmiştir.

Çizelge 7.9 Larex odununda yapışma direnci değişimi(%)

Emprenye Maddesi	Yapışma Direncindeki Değişme Oranı (%)	
	Larex – Epoxy Tutkal	Larex - Poliüretan (PU) Tutkal
Kontrol	-6,15	-2,33
Protim WR 230	+39,35	-7,84
Wolmanit CB	-15,67	-18,85
Karosit KS	+45,54	+15,32

7.2. Fiziksel Özelliklere Ait Sonuçlar

Epoxy ve poliüretan tutkalları ile lamine edilmiş, koruyucu ve su itici emprenye maddeleri ile muamele edilmiş hem başlangıç hem de bir yıl süre ile deniz suyuna maruz bırakılmış karaçam, kestane ve larex odunları üzerinde fiziksel incelemeler yapılmıştır.

Bir yıl süre sonunda emprenyeli karaçam ve larex odunu örnekleri üzerinde çok az renk ve koku değişimi olurken, en fazla renk değişimi emprenyeli ve emprenyesiz kestane odununda daha sonra sırası ile kontrol karaçam, kontrol larex odunlarında olmuştur. Özellikle kontrol kestane örneklerinde yapılan incelemelerde bu örneklerin çok fazla tahribata uğradıkları belirlenmiştir. Tahribat açısından bakıldığında, emprenyeli örneklerin hiç birinde hemen hemen

tahribat olmazken, kontrol örnekleri üzerinde özellikle kestane ve karaçam odunlarında çok fazla tahribat olmuştur. Kontrol örnekleri dikkatli incelendiğinde deniz delicileri tarafından aşırı şekilde tahrip edilmiş, bu örnekler üzerine deniz kabukluları yuva yaparak üzerinde yaşamaya başladığı gözlemlenmiştir. Örneklere bakıldığında üzerindeki delikçiklerin çapı 0,1 mm'den 4 mm'ye kadar olduğu belirlenmiştir. Bir taraftan da özellikle de kontrol örnekleri yumuşak çürüklüklere aşırı derecede maruz kalmıştır. Larex odununda fazla tahribatın olmaması içerisinde bulunan ekstraktif maddelerin çoğunluğundan ve doğal dayanımının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Emprenyeli örneklerde ise çok az renk ve koku değişimi olurken tahribat açısından gözle görülür herhangi bir etkiye rastlanılmamıştır. Bu nedenle kullanılan 3 çeşit emprenye maddelerinin deniz içerisinde kullanılan ahşap malzemeyi kısa süreliğine yeterli miktarda koruduğu söylenebilir.

7.3. Öneriler Ve Tartışma

Bu çalışmada, deniz içerisinde kullanılan lamine ağaç malzemelerde zamana bağlı olarak fiziksel ve mekaniksel özelliklerde meydana gelen değişim incelenmiştir. Bu konu ile ilgili ülkemizde yapılan araştırmaların yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Bu nedenle bu tür çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır.

Kontrol örneklerinde, zamana bağlı olarak meydana gelen renk değişimi, koku ve yüzeysel yumuşamanın yanında mekaniksel (basınç direnci, yapışma direnci ve eğilme direnci) özelliklerdeki direnç kayıpları emprenyeli örneklere göre bariz bir şekilde daha fazla olduğundan dolayı, deniz içerisinde emprenyeli ağaç malzemenin kullanılması daha iyi sonuçlar verebilir. Yapılan incelemelerde kontrol kestane örneklerinin ilk 3 ay içerisinde en fazla renk, koku değişimine maruz kalan ağaç olması dikkat çekmiştir. Bunun nedeni olarak bu ağaç malzemenin içerisinde bulunan tanen maddesinin bu süre içerisinde yıkanması ve ağaç malzemenin haşeratlar tarafından kolayca tahribata maruz kalacak hale gelmesi olabilir. Bu dönemde hem larex hemde karaçam odununda hem renk hem de koku değişiminin ayrıca tahribatın olmaması içerisinde bulunan ekstraktif maddelerin çok olmasından ve reçinelerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Daha önceki yapılan çalışmalarda ve literatür özetinde de deniz içerisinde kullanılan korumasız ağaç malzemeler kısa süre içerisinde renk ve koku değişimine uğrarken tahribatlarda görülmüştür.

6. ayda yapılan incelemelerde kontrol kestane odunun üzerindeki renk ve koku değişimi artarken tahribat sayılarında da 1 cm^2 'ye düşen delikçik sayılarındaki artış göze çarpmıştır. Bu

dönemde ağaç malzemenin tamamen yıkanması, yüzey çürüklerinin başlaması, mantarlaşmanın artması gibi durumlar tahribat sayısını artırmada etkili olmuş olabilir. Diğer larex ve karaçam odunlarında da bu tür kusurların başlaması bu dönemde görülmeye başlanmıştır. Bu dönemde kontrol larex ve karaçam odunlarında bu kusurların görünmeye başlanması iki odununda kestane odununa göre daha az yıkandığının bir göstergesi olabilir. Bu iki ağaçta da reçine miktarının kestane örneklerinden daha fazla olması bu sonucu doğrulamış olabilir. Nispeten daha önceki çalışmalarda da karaçam ve larex odunundaki reçine miktarının kestane odununa göre daha fazla olması burada da ortaya çıkmıştır. Emprenyeli örneklerde sırası ile larex, karaçam ve kestane odunlarında renk değişimi çok az olurken koku değişiminde az olması dikkatten kaçmamıştır. Buda emprenye maddesinin ağaç malzemeyi bu süreye kadar koruduğunun bir kanıtı olabilir. Nitekim daha önceki yapılan çalışmalardan da emprenye maddesinin ağaç malzemeyi kısa süreliğine koruduğu vurgulanmıştır.

9.ayda yapılan incelemelerin dikkate değer noktalarından biri kontrol kestane odunu renk olarak tanınmaz hale gelmesidir. Yine bu ağaç malzemenin doğal renginin de açık kahverengi olması nedeni ile deniz suyuna maruz kalması sonucunda renginde fazlaca kararma olmuş, açık kahverengi doğal rengi koyu kahverengi siyahımsı bir hal almıştır. Bu renk değişimi Korasit KS ile emprenye edilen örneklerde de aynı olurken Protim 230 WR ve Wolmanit CB ile emprenye edilen örneklerde nispeten az renk değişimi dikkat çekmiştir. Bu dönemde tahribat sayılarında özellikle başta kontrol kestane odununda sonra kontrol karaçam odununda artmalar olmuş ve 1 cm² 'ye düşen delikçik sayılarında artmalar olmuştur. Kontrol kestane odunu üzerinde ve Wolmanit'li kestane odunları üzerinde deniz kabuklularının ağaç malzemeye tutunarak yuva yapması ve buradan ağaç malzemeye zarar vermesi göze çarpmıştır. Bu etkinin diğer emrenyeli hiçbir odunda olmaması dikkatleri çekmiştir. Buda bizlere emprenye maddelerinin ağaç malzemeyi korumada ne kadar önemli bir yol olduğunun göstergesi olabilir.

12. ayın sonunda deniz içerisinde alınan tüm örnekler dikkatli olarak gözle incelendiğinde kestane odunları renk ve koku olarak en fazla değişen odun olmuştur. Bu olayın kestane odununun kendi yapısından kaynaklandığının bir kanıtı olabilir. Çünkü diğer örneklerde renk ve koku değişiminin nispeten az olması bu görüşü desteklemektedir. Kontrol karaçam örnekleri üzerinde meydana gelen renk ve koku değişiminin kontrol larex örneklerine göre az olması larex odununun kendi yapısından olabilir. Emprenyeli tüm örneklerde hemen hemen hiçbir tahribatın olmaması, bize daha önceki çalışmalarla birlikte bu çalışmada emprenyenin ağaç malzemenin korunmasındaki önemini bir kez daha vurgulamaktadır.

Mekanik sonuçlar incelendiğinde genel olarak basınç direnci ile yapışma dirençleri düşmüş buna kıyasla eğilme dirençleri artmıştır. Burada başlangıç deneylerinde ve son deneylerde aynı ağaç türünde farklı empenye maddelerinde mekanik deneylerin sonuçlarında biraz farklılıkların olması ağaç malzemenin farklı empenye maddelerini farklı miktarlarda ve farklı şekillerde absorbe etmesinden kaynaklanmaktadır. Ağaç malzeme içerisinde tutunan empenye maddesi hepsinde eşit olmadığı için bu sonuçlar elde edilmiştir.

Basınç dirençlerinde azalmanın olmasında en etkili nedenlerden biri, katlar arasına sürülen tutkal hattının empenye maddesi ve suyla teması sonucunda olumsuz yönde etkilenmiş olabilir. Basınç deneyindeki örneklerin ölçü olarak küçük olması katlar arasına sürülen tutkalında az olmasına neden olmaktadır. Bu nedenle tutkal hattı suyla teması sonucu zayıflamış ve tutkal direnci kalkarak direnç sadece ağaç katmanlarının direncine kalmıştır. Buda toplamda direnç kaybına neden olmuştur. Kontrol örneklerinin başlangıç değerlerine göre çok direnç kaybetmesi bu örneklerin aşırı derecede tahribata neden olmalarından kaynaklanmaktadır. Daha önceki çalışmalardan ve bu çalışmadan anlaşılıyor ki, tahribatın fazla olduğu örneklerde direnç kayıpları fazlaca meydana gelmektedir.

Eğilme dirençlerinin sonuçları irdelendiğinde, başlangıç değerlerine göre, empenyeli örneklerde direnç artarken kontrol örneklerinde azalmalar olmuş. Kontrol örneklerinin fazla tahribata maruz kalmasından dolayı bu direnç kayıpları yaşanmaktadır. Literatür de vurgulandığı gibi aşırı tahribata maruz kalan örneklerde direnç kayıpları yaşanmaktadır. Direnç artmalarının nedeni ise, tutkal hattının ve ağaç malzeme içerisinde kalan asıl koruyucunun suyla temas etmesi ve tutkal hattının çok sertleşmesi olarak düşünülmektedir. En fazla direnç artması kestane örneklerinde karşılaşılmıştır. İçerisinde bulunan tanen maddesinin dışarı atılması ile tutkal hattının ve empenye tuzlarının etkileşimi sonucu ve ağaç malzemesinin yapısının su ile değişmesi sonucu direnç artmaları kestane odununda çok görülmüştür. Larex odununda az artmanın olmasının nedenlerinden biride, zaten başlangıç değerleri çok yüksek çıkmasıdır. Larex örneklerinin başlangıç değerleri hem karaçam hemde kestane örneklerinden fazla çıkmıştır.

Tutkalların performanslarına bakıldığında, her iki tutkalında deniz ortamında kullanılması mümkündür. Zaten literatürde de vurgulandığı gibi epoxy ve poliüretan deniz tutkalları deniz ortamında başarılı sonuçlar verdiği için yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada poliüretan deniz tutkalı daha üstün sonuçlar verdiği için ve bu tutkalın ekonomik olması, kolaylıkla elde edilebilir olması, sürülmesinin daha kolay olması gibi avantajlarından dolayı deniz ortamında kullanılması tercihen önerilir.

Emprenye maddeleri kendi aralarında kıyaslandığında, Wolmanit CB'nin deniz ortamında en fazla yıkanan koruyucu olduğu belirlenmiştir. En az yıkanan koruyucu ise su itici özelliği olan Protim 230 WR'dir. Deniz ortamına bırakılan numuneler incelendiğinde emprenyeli örneklerde tahribatın olmadığı saptanmış özellikle Protimli örnekler daha üstün performans göstermişlerdir.

Ağaç malzemenin hem mekanik hem de fiziksel özellikleri dikkate alındığında larex örnekleri kestane ve karaçam örneklerine kıyasla daha iyi performans sağlamaktadır. Daha önceki çalışmalarda bu doğrultudadır. Literatür çalışmalarında da görüldüğü gibi doğal dayanımının çok fazla olması, bu ağaç malzemenin özellikle mekanik dayanımın fazla olması gereken yerlerde tercih edildiğini göstermiştir. Bunu sırası ile karaçam ve kestane odunları izlemektedir.

Sonuç olarak deniz ortamında lamine ağaç malzemenin kullanılması durumunda daha öncede belirtildiği gibi yapışma ve basınç çalışmalarında değil eğilme dayanımı istenen yerlerde kullanılması önerilmektedir. Bu nedenle poliüretan tutkalı ile lamine edilmiş, Protim 230 WR emprenye maddesi ile muamele edilmiş larex odununun 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] Şenay,A.,1996, "Ahşap Lamine Taşıyıcı Elemanların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar", İÜ,F.B.E., Doktora Tezi,İstanbul.
- [3] Sivrikaya,H.,2003,"Diri Ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği Ve Dayanım Özellikleri" ZKÜ, F.B.E., Doktora Tezi, Bartın.
- [4] Bobat,A., 1994," Emprenyeli Ağaç Malzemenin Kapalı Maden Ocaklarında Ve Deniz İçinde Kullanımı Ve Dayanma Süresi",KTÜ, F.B.E, Doktora Tezi, Trabzon
- [5] Dillon, J., 2005, Creosote-Treated Wood in Aquatic Environments, Technical Review and Use Recommendations Prepared for, NOAA Fisheries Southwest Division Habitat Conservation Division, Prepared by: Stratus Consulting Inc. PO Box 4059, Duke University Durham, NC
- [6] Tarakanadha,B., Morrell,J.J.,Satyanarayana Rao,K.,1993, Effects of Wood Preservatives (CCA, CCB, CDDC, AZCA, ACQ, and CC) on the settlement and growth of marine bio-fouling organisms, İnstitute of Wood Science and Techology, İndia.
- [7] Chapter 2 - timber structures- section 1. preservation of wood
- [8] Bliven,S., Pearlman, S., 2003, Small Docks and Piers, Massachussets Deparment of Enviromental Protection, Bureau of Resource Protection Wetlands/ Waterways Program, One Winter Street, Boston MA: 02108
- [9] Sağlamtimur,N.D., Tuğrul, S., Nehir Girdisinin Kuzeydoğu Akdeniz Kıyı Sularında Besin Tuzları ve Organik Madde Dağılımına Etkisi, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü,Erdemli / MERSİN
- [10] Sağlamtimur,N.D., Tuğrul, S., Ediger, D., Doruk, Y., Levantin Baseni (Doğu Akdeniz) Kıta Sahanlığı Sularında Biyokimyasal Parametrelerin (Besin Elementi, Partikül Madde Ve Chl-A) Değişimi, ODTÜ Deniz Bilimleri Enstitüsü, Erdemli / MERSİN
- [11] ULUPINAR, M.,1998, "Lamine Edilmiş Kavak(*Populus Euramericana*)'ın Teknolojik Özelliklerinin Tespiti",H.Ü.,F.B.E.,Yüksek Lisans Tezi,Ankara.
- [12] 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.
- [13] Keskin, H., 2001, Lamine Masif Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri ve Ağaç İşleri Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- [14] Karaaslan,A., 2004, "Borla Modifiye Edilmiş Bazı Tutkalların Kestane Ağacının Yapışma Direncine Etkileri", D.P.Ü., F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, Kütahya

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- [15] 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.
- [16] Bal, B.C., 2006, Amonyaklı Bakır Quat (acq) Emprenye tuzu İle emprenye Edilen Sarıçam (*pinus sylvestris* L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Kahramanmaraş Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim dalı, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- [17] Berkel, A., 1961, İstanbul ve Civarı Su İnşaatlarında Ağaç Malzemenin Kullanımı Hakkında İncelemeler, İ.Ü., Orman Fakültesi Dergisi, Seri :B, 1, S: 45-54.
- [18] Sekendiz, O.A., 1981, Doğu Karadeniz Bölümünün Önemli Teknik Hayvansal Zararlıları Üzerine Araştırmalar, KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, No: 127, Trabzon
- [19] Milton, F, T.,1995, The Preservation of Wood, A Self Study Manual for Wood Treaters, University of Minnesota
- [20] Thomasson,G., Capizzi,J., Dost,F., Morrell,J. And Miller,D., 1988, Wood Preservation and Wood Products Treatment Training Manual, Oregon State University Extension Service, EM:8403
- [21] İbrahim,J.V., 1981, Season of Settlement of A Number of Shipworms (Mollusca: Bivalvia) İn Six Australian Harbours, Australian Journal Marine Fresh w. Res. 32, pp. 591-604.
- [22] Eaton, R.A., 1985, Preservation of Marine Timbers, (İn: W.P.K. Findlay, Preservation of Timberin the Tropics), Martinus Nijhoof, ISBN: 90-247-3112-7, Dordrecht, Netherlands.
- [23] Progress Report, 2000, "Comparison Of Wood Preservatives İn Stake Tests", United States Department of Agriculture, Forest Service.)
- [24] Johnson,B.R., Gutzmer, D.I., 1984, Marine Exposure of Preservative Treated Small Wood Panels, Reserch Forest Products Technologist
- [25] Ibach,R,E.,"Wood Preservation", Chapter 14
- [26] Johnson, B.R., and Gutzmer, D.I., 1990, Comparasion of preservative treatment in marine Exposure of small panels, Forest Products Laboratory, Research Note FBL-RN-0258
- [27] Vind, H,P., Noonan, M, J.,1964, Laboratory Methods To Evaluate Preservatives For Marine Timbers, Pagination or Media Count : 21, Accession Number: AD0445862
- [28] Edwin, L., and Gopalakrishna, A,G,P., 2004, Resistance of preservative treated rubber wood (*Hevea brasiliensis*) to marine borers, Central Institute of Fisheries Technology, Cochin 682029, India
- [29] Chapter 2, Timber Structures, section 1. Preservation of Wood

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

- [30] Pirvu, A., Gardner, D.J., Anido, R.L., 2004, Carbon fiber-vinyl ester composite reinforcement of wood using the VARTM/SCRIMP fabrication process, Advanced Engineered Wood Composites Center, University of Maine, 5793 AEWC Bldg, Orono, ME 04469-5793, USA
- [31] Weiss, J, S., Weis, P., 1996, The Effects of Using Wood Treated With Chromated Copper Arsenate in Shallow-Water Environments, Department of Biological Sciences, Estuaries Vol. 19, No. 2A, p. 306-310, Rutgers University, Newark, New Jersey 07102
- [32] Arntzen, C, J., Winandy, J.E.,1994, Wood Properties, Encyclopedia of Agricultural Science, Orlando, FL: Academic Pres, 549-561, Vol. 4, USDA-Forest Service, Forest Products Laboratory,Wisconsin
- [33] Philip Dickey, 2003, Guidelines for Selecting Wood Preservatives, Staff Scientist, Washington Toxics Coalition
- [34] Woods,T,L., Cookson,L,J., Control of Marine Borers by Chlorotlalonil, United States Patent:5380484,
- [35] Australian Government, 2003, Timber Design for Durability, Timber Manual Datafile P4-, ISBN: 1863460144, 1863460217
- [36] Highley,T,L., 1999, Biodeterioration of Wood, Chapter 13.
- [37] Altınok, M., Döngel, N.,2002, Çam Türü Lamine Elemanlarda Mekanik Performans, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, cilt:15, No:1, sayfa: 215-225, Ankara.
- [38] 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.
- [39] Wolf, R., Moody., 1979, Bending strenght of vertically Glued laminated beams, Forest Products Journal, Vol. 33, No:5,USA.
- [40] Gupta, R., Ethington, R,L. and Medison,D,W,G., 1994, Mechanical Properties For Lumber Of Dahurian Larch, WI; Forest Products Society, S; 68-71.
- [41] Gupta, R., Ethington, R,L. and Medison,D,W,G., 1997, Visual Stress Grades Of Dahurian Larch Lumber, Wood Engineering Forest Products Journal, Vol: 47 Number: 1.
- [42] www.erkanince.com.tr
- [43] www.tmu.ir/wood/lectures/commercial/%20timber/homework/jafari-Larix.pdf
- [44] Larex Gmelinii(Rupi), Dahurian Larch, Plants For a Future, Registered Caharity, Number: 1057719
- [45] www.korusan.com.tr

KAYNAKLAR DİZİNİ(devam)

[46] Semitaş A.Ş.

[47] Alda Polimer kimya sanayi ürün kataloğu

[48] ASLAN. S., ÖZKAYA. K., 2004, Farklı kimyasal maddelerle empenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2004, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 122-140

Ek.1

Bu bölümde, başlangıç ve deniz içerisinde bir yıl süre bekletilen örneklerle ilişkin fiziksel özelliklerdeki meydana gelen değişimler incelenmiştir. Başlangıç ve deniz içerisinde bekletilen örneklerle ilişkin üçer aylık değişimler incelenirken ve resimleri çekilirken, mümkün olduğu kadar aynı gün ışığına ait güneşli günlerde, aynı saatlerde, aynı ortamda ve aynı fotoğraf makinesi ile çekimler yapılmıştır. Bu çekimlere ait başlangıç ve deniz içerisinde bekletilen örneklerle ilişkin resimler aşağıda verilmiştir. Bunlara ilişkin gerekli açıklamalar ve bilgiler tez içerisinde mevcuttur.



Korasil emprenyeli kestane örnekleri
(Baş)



Protim emprenyeli larex örnekleri
(Baş)



Protim emprenyeli kestane örnekleri
(Baş)



Protim emprenyeli çam örnekleri
(Baş)



Korasil emprenyeli çam örnekleri
(Baş)



Korasil emprenyeli Lrex örnekleri
(Baş)



Üçüncü aydaki kestane örnekleri



Üçüncü aydaki karaçam örnekleri



Üçüncü aydaki larex örnekleri



Altıncı aydaki kestane örnekleri



Altıncı aydaki karaçam örnekleri



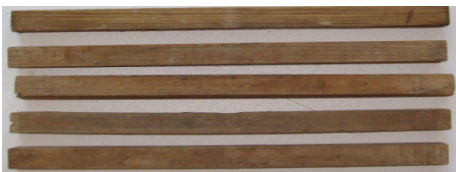
Altıncı aydaki larex örnekleri



Dokuzuncu aydaki kestane örnekleri



Dokuzuncu aydaki karaçam örnekleri



Dokuzuncu aydaki larex örnekleri



Onikinci aydaki kestane örnekleri



Onikinci aydaki karaçam örnekleri



Onikinci aydaki larex örnekleri

Tahribat açısından incelendiğinde, daha öncede söylendiği gibi en çok tahribat kontrol kestane odununda olurken bunu kontrol karaçam örnekleri ve kontrol larex örnekleri takip etmiştir. Aşağıdaki şekilde kontrol örneğindeki tahribatın oluşumu gösterilmiştir. Burada kontrol karaçam örneği üzerindeki oluşan tahribat incelendiğinde ağaç malzemenin yüzeyinde küçük çapta binlerce delikçiklerin olduğu, katlar arasında ise daha az fakat çapları 4mm'ye kadar ulaşan delikçiklerin olduğu gözlenmektedir. Bunlarla ilgili bilgiler tez içerisinde verilmiştir.



Kontrol karaçam örneklerinin 12 ay sonunda deniz içerisinde deniz delicileri tarafından çeşitli çaplarda meydana getirilen tahribatlar görülmektedir.

