

**BASINÇ VE BEKLETME SÜRESİNİN EMPRENYE MADDELERİNİN AĞAÇ
MALZEMEYE NÜFUZUNA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Serdar AYAR

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında
Bilim Uzmanlığı Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

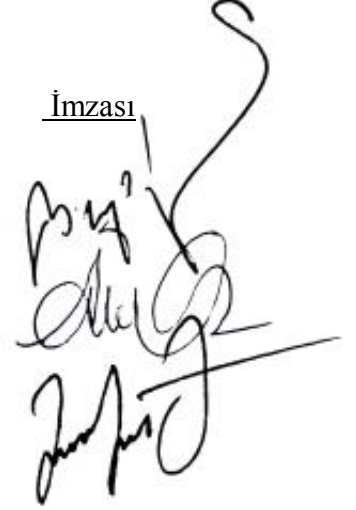
**KARABÜK
Haziran 2008**

KABUL:

Serdar AYAR tarafından hazırlanan “BASINÇ VE BEKLETME SÜRESİNİN EMPRENYE MADDELERİNİN AĞAÇ MALZEMEYE NÜFUZUNA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 18/06/2008

	<u>Unvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>	
Başkan	: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL (KBÜ)	
Üye	: Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)	
Üye	: Yrd. Doç. Dr. Sezayi YILMAZ (KBÜ)	

İmzası

**ONAY:**

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 18/06/2008



Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”



Serdar AYAR

ÖZET

Bilim Uzmanlığı Tezi

BASINÇ VE BEKLETME SÜRESİNİN EMPRENYE MADDELERİNİN AĞAÇ MALZEMEYE NÜFUZUNA ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Serdar AYAR

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Haziran 2008, 93 sayfa

Bu çalışmada, basınç ve bekletme faktörlerinin, bazı emprenye maddelerinin ağaç malzeme nüfuzu ile malzemenin fiziksel ve mekaniksel özelliklerinde meydana getirdiği değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla Sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırlanan örnekler ASTM 3201-08 esaslarına göre daldırma ve basınç yöntemleri uygulanarak 2, 4 ve 6 saat'lik bekletme sürelerinde boraks, çinko klorür ve imersol aqua maddeleriyle emprenye edilmişlerdir. Basınç yönteminde 635 mm Hg⁻¹'lik ön vakum işlemi uygulandıktan sonra 4 atm hava basıncı uygulanarak örnekler emprenye edilmiştir. Emprenye edilen örneklerin higroskopisite değerleri, retensiyon miktarları, yoğunluğu, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel çekme direnci, dinamik eğilme (şok) direnci, liflere paralel yönde basınç direnci ASTM veya TSE standartlarına göre test edilmiştir. Deneyler sonunda basınç uygulanan yöntem daldırma yöntemine göre direnç özelliklerinde azalma meydana getirmiştir. Ayrıca basınç yöntemi ile emprenye edilen örnekler daldırma yöntemine göre daha fazla rutubet almaktadır.

ÖZET (devam ediyor)

Sonuç olarak ağaç malzemenin mekanik dirençlere maruz kalacağı yerlerde daldırma yöntemiyle emprenye edilmiş malzemelerin kullanılması tavsiye edilebilir. Ancak ağaç malzeme fiziksel etkenlere maruz kalacak bir ortamda kullanılacaksa basınç altında emprenye edilen malzemelerin kullanılması tavsiye edilebilir.

Anahtar Sözcükler : Ağaç malzeme, emprenye, basınç yöntemi, daldırma yöntemi, higroskopisite, retensiyon, fiziksel ve mekanik özellikler

Bilim Kodu : 626.28.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF DIFFUSION EFFECT OF COMPRESSION AND WAITING FACTORS FOR IMPREGNATING SOLUTIONS ON WOOD MATERIALS

Serdar AYAR

Karabuk University

**Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Furniture and Decoration Education**

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Ayhan OZCIFCI

June 2008, 93 pages

In this study, it was aimed to determine the effect of pressure times and waiting times on the physical and mechanical strenghtes of wood materials. For his purpose, dipping and pressure methods were applied to Scots pine and beech woods according to ASTM 3201-08 standards for 2,4 and 6 hours. In the impregnated method, borax, zinc chloride and imersol aqua solutions were applied to woods as 635 mm Hg-1. In the tests, the values of hygroscopicity, retention amount, retention ratio, density, bending strength, modulus of elasticity, tension strength parallel to grain, dynamic bending (shock) strength and compression strength parallel to grain were tested. At the end of the test, the decrease was observed in the pressure method according to the dipping method. And also, moisture content of compressed samples is higher than the other.

As a result, the dipping method may be adursed, if the wood material is subject to mechanic strength. But, if the wood material will be used in the compress force, compression impregnating method can be advised.

ABSTRACT (continued)

Key Words : Wooden material, impregnated, pressure method, dipping method, hygroscopicity, retention, physical and mechanical features.

Science Code : 626.28.01

TEŞEKKÜR

Araştırma konusunun belirlenmesinde ve tez çalışmam sũresince fikir ve bilimsel katkılarından yararlandığım değerli danışmanım Doç. Dr. Ayhan ŐZİFİ'ye, bana her konuda yardımcı olan Arş. Gör. Suat ALTUN'a ve Őđr. Gör. Fatih YAPICI'ya, Őrneklelerin hazırlanmasında yardımcı olan arkadaşım Remzi Bar'a, her tũrlũ yardımı esirgemeyen değerli arkadaşlarım Hamdullah SİZUEN, Ramazan DAĞDELEN ve Dursun SEFEROĞLU'na, manevi desteğini hiç eksik etmeyen sevgili nişanlım Leyla ŐREN ve aileme ayrıca tezimde emeği geçen herkese teőekkũr ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxi
BÖLÜM 1 GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ	1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 LİTERATÜR ÖZETİ	2
BÖLÜM 2 GENEL BİLGİLER	5
2.1 AĞAÇ MALZEMENİN KORUNMASI VE TARİHÇESİ	5
2.2 EMPRENYE MADDELERİ	7
2.3 EMPRENYE YÖNTEMLERİ	7
2.4 AĞAÇ MALZEME EMPRENYE İLİŞKİSİ	8
2.4.1 İğne Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi	8
2.4.2 Geniş Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi	9
2.5 HİGROSKOPİSİTE	10
2.6 PERMEABİLİTE	10
BÖLÜM 3 MATERYAL VE METOD	13
3.1 DENEY MATERYALLERİ	13

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
3.1.1 Ağaç Malzeme	13
3.1.1.1 Doğu Kayını (Fagus Orientalis L.)	13
3.1.1.2 Sarıçam (Pinus Sylvestris L.)	14
3.1.2 Emprenye Maddeleri	15
3.1.2.1 Çinko Klorür	16
3.1.2.2 Boraks	17
3.1.2.3 Imersol Aqua	17
3.1.3 Emprenye Düzeneği	18
3.2 DENEY METOTLARI	19
3.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması	19
3.2.2 Emprenye Maddelerinin Hazırlanması	20
3.2.3 Uygulanan Emprenye Yöntemleri	20
3.2.3.1 Batırma (Daldırma) Metodu	20
Kısa Süreli Batırma (Daldırma) Metodu	21
Uzun Süreli Batırma (Daldırma) Metodu	21
3.2.3.2 Basınçlı Emprenye Metodu	22
Ön Vakum İşlemi	24
Emprenye Maddesi Sevki	24
Basınç Periyodu	25
Emprenye Maddesinin Dışarı Alınması	26
Son Vakum İşlemi	26
3.2.4 Higroskopisite Tespiti	27
3.2.5 Retensiyon Miktarı Tespiti	28
3.2.6 Hava Kurusu Yoğunluk Tespiti	28
3.2.7 Mekanik Özellikler	29
3.2.7.1 Eğilme Direnci	29
3.2.7.2 Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci	31
3.2.7.3 Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	33
3.2.7.4 Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	35
BÖLÜM 4 BULGULAR	37

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

	<u>Sayfa</u>
4.1 DENEY ÖRNEKLERİ	37
4.2 EMPRENYE MADDELERİ	38
4.3 HİGROSKOPİSİTE DEĞİŞİMİ	39
4.3.1 Emprenye Sonrası Rutubet Miktarları	39
4.3.2 Deneme Sırasındaki Rutubet Miktarları	44
4.4 RETENSİYON MİKTARI	48
4.5 HAVA KURUSU YOĞUNLUK	51
4.6 MEKANİK ÖZELLİKLER	56
4.6.1 Eğilme Direnci	56
4.6.2 Elastikiyet Modülü	61
4.6.3 Çekme Direnci	67
4.6.4 Dinamik Eğilme (Şok) Direnci	72
4.6.5 Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci	77
BÖLÜM 5 SONUÇLAR, TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER	83
5.1 SONUÇLAR VE TARTIŞMA	83
5.2 ÖNERİLER	88
KAYNAKLAR	89
ÖZGEÇMİŞ	93

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
2.1	Ağaç malzemede bulunan trahee ve traheid hücrelerinin görünümü	9
3.1	Doğu kayını (Fagus Orientalis L.) ağacı ve kaplama görüntüsü	14
3.2	Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) ağacı ve kaplama görüntüsü	15
3.3	Çinko klorür (ZnCl ₂) maddesine ait bir görünüm	16
3.4	Boraks (Na ₂ B ₄ O ₇ .10H ₂ O) maddesine ait bir görünüm	17
3.5	Imersol aqua maddesine ait bir görünüm	18
3.6	Deneyde kullanılan emprenye düzeneği	19
3.7	Uzun süreli batırma yönteminde ağaçların kazana yerleştirilmesi	22
3.8	Basınç metoduyla çalışan gelişmiş bir emprenye düzeneği	23
3.9	Ön vakum işlemi şeması	24
3.10	Emprenye maddesi sevki işlemi şeması	25
3.11	Basınç periyodu şeması	25
3.12	Emprenye maddesinin dışarı alınma şeması	26
3.13	Son vakum işlemi şeması	27
3.14	Eğilme direnci deney örneği boyutları	30
3.15	Liflere dik eğilme direnci deney düzeneği	30
3.16	Liflere paralel çekme deneyi örneği ölçüleri	32
3.17	Liflere paralel çekme deneyi örneği	32
3.18	Pandüllü çekiç aleti şeması	33
3.19	Dinamik eğilme (şok) direnci örneği ölçüleri	34
3.20	Liflere paralel yönde basınç direnci düzeneği	35
3.21	Liflere paralel yönde basınç direnci örneği ölçüleri	36
4.1	Emprenye süresinin emprenye sonrası rutubet miktarına etkisi	42
4.2	Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubet miktarına etkisi	43
4.3	Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubet miktarına etkisi	46
4.4	Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubet miktarına etkisi	47
4.5	Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisi	50
4.6	Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkileri	51

ŞEKİLLER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
4.7	Emprenye süresinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisi	54
4.8	Emprenye maddelerinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkileri	55
4.9	Emprenye yöntemlerinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkileri	56
4.10	Emprenye süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisi	59
4.11	Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki etkisi	60
4.12	Emprenye yöntemlerinin eğilme direnci üzerindeki etkileri	61
4.13	Emprenye süresinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisi	64
4.14	Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri	65
4.15	Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri	66
4.16	Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisi	69
4.17	Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri ...	70
4.18	Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri ..	71
4.19	Emprenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisi	74
4.20	Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri	75
4.21	Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri	76
4.22	Emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisi	79
4.23	Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri ...	80
4.24	Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri ..	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
4.1	Çalışmada kullanılan deney örnekleri sayısı	37
4.2	Emprenye maddelerinin özellikleri	39
4.3	Deney örneklerinin gruplara göre emprenye sonrası rutubet verileri	40
4.4	Emprenye sonrası rutubet miktarlarına ait çoklu varyans analizi sonuçları	41
4.5	Emprenye süresinin emprenye sonrası rutubete etkisine ilişkin Duncan sonuçları	42
4.6	Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubete etkisine ilişkin Duncan sonuçları	43
4.7	Deney örneklerinin gruplara göre deneme sırasındaki rutubet verileri	44
4.8	Deneme sırasındaki rutubet miktarları çoklu varyans analizi sonuçları	45
4.9	Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubete etkisine ilişkin Duncan sonuçları	46
4.10	Emprenye maddelerinin deneme sırasındaki rutubeti etkisine ilişkin Duncan sonuçları	47
4.11	Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları	48
4.12	Retensiyon miktarı çoklu varyans analizi sonuçları	49
4.13	Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	50
4.14	Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	51
4.15	Hava kuruşu yoğunluk değerleri	52
4.16	Hava kuruşu yoğunluğu varyans analizi sonuçları	53
4.17	Emprenye süresinin hava kuruşu yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	54
4.18	Emprenye maddelerinin hava kuruşu yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	55
4.19	Emprenye yöntemlerinin hava kuruşu yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	56
4.20	Ortalama eğilme direnci değerleri	57

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
4.21	Eğilme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları	58
4.22	Emprenye süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları ..	59
4.23	Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	60
4.24	Emprenye yönteminin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	61
4.25	Ortalama elastikiyet modülü değerleri	62
4.26	Elastikiyet modülü çoklu varyans analizi sonuçları	63
4.27	Emprenye süresinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	64
4.28	Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	65
4.29	Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	66
4.30	Ortalama çekme direnci değerleri	67
4.31	Çekme direnci çoklu varyans analizi sonuçları	68
4.32	Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	69
4.33	Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	70
4.34	Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	71
4.35	Ortalama dinamik eğilme direnci değerleri	72
4.36	Dinamik eğilme direnci çoklu varyans analizi sonuçları	73
4.37	Emprenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	74
4.38	Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	75
4.39	Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	76

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>		<u>Sayfa</u>
4.40	Ortalama liflere paralel yönde basınç direnci değerleri	77
4.41	Liflere paralel yönde basınç direnci çoklu varyans analizi sonuçları	78
4.42	Emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	79
4.43	Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	80
4.44	Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları	81

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

cm	:	Santimetre
D₁₂	:	Hava kurusu yoğunluk
F	:	Kuvvet
F_{max}	:	Maksimum kuvvet
g/cm³	:	Gram bölü santimetrekare
kg	:	Kilogram
m	:	Metre
m³	:	Metreküp
mm Hg⁻¹	:	Cıva basıncı
mm	:	Milimetre
N/mm²	:	Newton bölü milimetrekare
R_a	:	Rutubet artışı
R_{ilk}	:	Emprenye öncesi örnek rutubeti
R_{son}	:	Emprenye sonrası örnek rutubeti
±	:	Birim değer kadar aşağısı veya yukarısı
°C	:	Santigrat derece
σ_B	:	Basınç direnci
σ_Ç	:	Çekme direnci
σ_{Ç//}	:	Liflere paralel çekme direnci
σ_{Ç⊥}	:	Liflere dik çekme direnci
σ_E	:	Eğilme direnci

KISALTMALAR

ASTM	:	Amerikan standardı
LSD	:	Least small degree
M.Ö.	:	Milattan önce
M.S.	:	Milattan sonra
TS	:	Türk standardı

BÖLÜM 1

GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ

1.1 GİRİŞ

İnsanlığın var oluşundan bu yana ağaç malzeme kullanımını devam ettirmektedir. Organik bir canlı olan ağaç malzeme birçok alanda kullanılmakta ve gün geçtikçe daha da fazla alanda kullanılmaktadır. Ayrıca ağaç malzemenin bu kadar fazla kullanılmasının nedenlerinden bazıları da hafifliğine karşın direncinin yüksek olması, kolay işlenebilir, vida ve çivi tutma özelliklerinin bulunması gibi unsurlardır (Aslan 1998). Mobilya yapımının yanı sıra makine sanayi, mimari, vb. alanlarda da sıkça kullanılan ağaç malzemenin dış etkenlere karşı zayıf olması bir dezavantajdır. Dış mekânda mantarlar, böcekler, güneşin ultraviyole ışınları gibi etkilere maruz kalan ağaç malzemeyi korumak, ömrünü uzatmak ve fiziksel dayanımını arttırmak önemlidir. Bu etkenlere karşı ağaç malzemeyi korumak için kullanılan en yaygın yöntemlerden birisi de emprenyedir.

Emprenye, ağaç malzemeyi mantarlar ve böcekler gibi mikroorganizmalara karşı koruma sağlayan bir yöntemdir. Emprenye işlemi ile ağaç malzeme mikroorganizmalara karşı dayanıklı hale getirilmektedir. Doğal şartlar altında açık havada kullanılan ağaç malzeme korumasız olarak 4-6 yıl kullanılabilir. Emprenye işlemi, ağaç malzemenin kullanım ömrünü 10-15 yıl kadar uzatabilmektedir (Kılıç 1998). Bu sürenin belirlenmesinde emprenye işleminde kullanılan kimyasallar da önemlidir. Kullanılan her kimyasalın farklı özellikleri ve etki alanları vardır. Bu nedenle ağaç malzemenin kullanılacağı yerde karşılaşılabilecek etkiler göz önüne alınarak duruma en uygun emprenye maddesi seçilmektedir. Emprenye işleminde kullanılan kimyasallar kadar, emprenye maddesinin ağaç malzemeye olan nüfuz derinliği de önemlidir. Emprenye maddesinin nüfuz derinliğine göre ağaç malzemenin kullanım ömrü belirlenmektedir.

Bu çalışmada ağaç malzemenin emprenye edildikten sonra, doğal haldeki örneklerine kıyasla higroskopisite değişimlerinin tespiti, tespit edilen bu değişimlerin ağaç malzemedeki bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklere etkilerini araştırmak amaçlanmıştır.

1.2 LİTERATÜR ÖZETİ

Baysal vd. (2005), ticari nitelikli çeşitli emprenye maddeleri, borlu bileşikler, polietilen glikol ve su itici maddelerle emprenye edilen sarıçam odununda, emprenye maddelerinin retensiyon ve higroskopisite üzerine etkilerini belirlemişlerdir. Çalışmada dört tip emprenye maddesi grubu seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; ticari ve borlu emprenye maddeleri ile emprenye edilen sarıçam odununda tam kuru oduna oranla % retensiyon değerleri düşük düzeyde gerçekleşirken, su itici maddelerle (SİM) emprenye edilen sarıçam odununda %30-70 oranında retensiyon oranları elde edilmiştir. Sarıçam odununda higroskopisiteyi en çok artıran maddeler amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), tanalith-CBC olurken, PEG-400 dışında hiçbir uygulama sarıçam odununda, kontrole oranla higroskopisitede artışa sebep olmamıştır. Emprenye maddeleri içinde higroskopisiteyi en fazla azaltan madde parafin (P)+Borik asit (BA)+Boraks (Bks) olmuştur.

Çolak vd. (2004), çeşitli borlu bileşiklerden borik asit (BA) ve sodyum perborat (SP) ve su itici maddelerden stiren (St), metilmetakrilat (MMA) ve izosiyanat ile emprenye edilen cennet ağacı odununda, higroskopisite oranlarının belirlenmesi ve borlu bileşikler üzerine ikincil olarak su itici maddelerle (SİM) emprenye etmek suretiyle cennet ağacı odununun higroskopisite oranlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; borik asit ile emprenye edilen deney örneklerinde, emprenyesiz kontrol örneğine oranla % 13.03 (+) ile en yüksek higroskopisite artış oranı elde edilmiştir. Borlu bileşiklerle emprenye edilen deney örneklerinin kontrol örneğine oranla higroskopisite oranlarında artış gözlemlenirken; su itici maddelerle emprenye edilen deney örneklerinde kontrol örneğine oranla higroskopisite oranları azalmıştır. Higroskopisiteyi azaltmada en etkili madde stiren olurken, bunu metilmetakrilat ve izosiyanat takip etmiştir. Bor üzerine ikincil olarak uygulanan su itici maddelerle (SİM) emprenye edilen kontrol örneğine oranla ağaç malzemenin higroskopisitesini düşürmüştür.

Bal (2006), sarıçam odununun, Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) ile daldırma ve basınç yöntemleri ile emprenyesi sonucu, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimleri araştırmıştır. Fiziksel özelliklerden tam kuru yoğunluk, hava kuru yoğunluk,

hacim ağırlık değeri ve odunun çalışması (daralma ve genişleme miktarları), mekanik özelliklerden; eğilme direnci, şok direnci, liflere paralel ve liflere dik çekme dirençleri, liflere paralel basınç direnci ve makaslama direnci, emprenye edilenler ile kontrol grubu örnekleri karşılaştırmalı olarak araştırmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; ACQ (Amonyaklı Bakır Quat) ile emprenye işleminde, odunun mekanik özelliklerinde meydana gelen değişmeler istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. 72 Saatlik daldırma ve dolu hücre yöntemiyle yapılan emprenye sonucunda, odunun daralma ve genişleme miktarlarında %20'ler oranında azalmalar olmuştur.

Örs ve Keskin (2001), emprenye maddelerinden, yağlı (kreozot), organik çözücülü (tribütiltin naftenat, bakır naftenat, pentoklorfenol) ve suda çözünen tuzlar (bakır, krom, bor, vb) yaygın olarak kullanılmaktadır.

Baysal vd. (2003), emprenye işleminin başarısı ve koruma derecesi, emprenye maddesi ve oduna ait özelliklerinin yanı sıra odunda tutundurulan net kuru emprenye maddesi miktarı (retensiyon) ve emprenye maddesinin oduna geçme derinliği gibi özelliklere bağlıdır.

Peker vd. (1999), doğu kayını ve sarıçam odunları borlu bileşikler, amonyumlu bileşikler, fosforlu bileşikler ve organik çözücü maddelerle emprenye edilmiştir. Çalışma sonucu, retensiyon miktarlarını (boraks+borik asit) karışımı ile emprenye edilen Doğu kayını odunu deney örneklerinde $10,57 \text{ kg/m}^3$, sarıçam odunu deney örneklerinde ise $41,64 \text{ kg/m}^3$ olarak belirlenmiştir.

Yıldız vd. (2004), çeşitli emprenye maddelerinin ağaç malzemenin mekanik özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre; CCA ile emprenye edilen ağaç malzemenin eğilme direncinde yaklaşık % 12 civarında azalma tespit edilirken; ACQ ile emprenye edilen deney örneklerinde yaklaşık %5 oranında bir azalma olduğu görülmüştür.

Baysal vd. (2006), borlu bileşiklerle muamele edilen ağaç malzemedede, higroskopisite seviyelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, borlu bileşiklerden borik asit (BA), boraks (BX) ve borik asit boraks karışımının %1, %2, %3, %4, %5, %6'lık sulu çözeltileri kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, borik asit boraks karışımının %1'lik sulu çözeltisi ile emprenye edilen sarıçam odunu deney örneklerinde en düşük higroskopisite

değeri elde edilmiştir. Higroskopisiteyi en fazla arttıran madde olarak da borik asit boraks karışımının %6'lık sulu çözeltisi olduğu tespit edilmiştir.

Yalınkılıç vd. (1995), borik asit (Ba), boraks (Bx), sodyum perborat (Sp) ve su itici maddelerin (SİM) kızılçam odununun higroskopisitesi üzerine etkileri incelenmiştir. Retensiyon oranları üzerinde çözücü madde, higroskopisite üzerinde ise en çok sırası ile PEG 400, PEG+Ba veya SP, kontrol, SİM, Ba veya SP+SİM ve Parafın+Ba+Bx etkili bulunmuştur.

Acar ve Akaltun (2007), boraks ile muamele edilen douglas odunu deney örneklerinde higroskopisite değerinin kontrol örneğine kıyasla %3'lük artış olduğu, borik asit ve boraks karışımı (7/3) ile muamele edilen deney örneklerinde kontrol örneğine kıyasla %4,98 azalma meydana geldiği tespit edilmiştir.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1 AĞAÇ MALZEMENİN KORUNMASI VE TARİHÇESİ

Ağaç malzemenin korunmasının gerekliliği yüzyıllar önce kabul edilerek çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Yapılan arkeolojik kazılar sonucunda elde edilen bulgularda ağaç malzemenin yüzeyi kömürleştirilerek dış etkenlere karşı korunmaya çalışıldığı belirlenmiştir (Bozkurt vd. 1993).

M.Ö. 2000 yıllarında ağaç malzemeyi dış etkenlere karşı korumada yüzeyi kömürleştirme yöntemi kullanılmıştır. Böylece ağaç malzemeyi korumada ilk önlem alınmıştır (Bozkurt vd. 1993).

İlerleyen zaman içerisinde bazı medeniyetler ağaç malzemenin korunabilmesi için bitkisel, hayvansal ve mineral yağlardan yararlanmıştır. Roma medeniyetinde özellikle zeytinyağı ve sedir yağı kullanılmıştır. Mısırlılar ise ağaç malzemeyi kuru tutarak önlem almaya çalışmışlardır (Bozkurt vd. 1993). Zaman ilerledikçe her alanda olduğu gibi ağaç malzemeyi korumada da gelişmeler ve yeni yöntemler ortaya çıkmıştır.

M.S. 1000-1600'lü yıllara kadar emprenye alanında pek bir değişiklik olmamıştır. Ancak zaman içerisinde ağaç malzemenin çeşitli anatomik yapıları keşfedildikçe yeni yöntemler denenmeye başlamıştır.

1800'lü yılların başında dünyada artış gösteren sanayileşme ile birlikte artan demir üretiminin sonucunda ortaya çıkan kreozot ağaç malzeme emprenyesinde kullanılmaya başlanmıştır. İlerleyen yıllarda çeşitli emprenye eriyikleri ağaç malzemenin korunmasında kullanılmıştır. Bu maddeler fırça ile sürme ya da emprenye maddesinin içerisine batırma şeklinde uygulanmıştır (Bozkurt vd. 1993).

1831 yılında Jean Robert Breant kapalı bir çelik kazanda basınç altında uygulanan bir emprenye metodu geliştirmiştir. Bu metotta önce ağaç malzeme içerisindeki havanın dışarıya çekilmesi için vakum uygulanmakta, daha sonra sıcak olan emprenye maddesi basınç altında ağaç malzemeye enjekte edilmekteydi (Berkel 1972). Emprenye maddesi büyük oranda ağaç malzeme içerisinde kaldığı için bu metoda dolu hücre metodu denmiştir. 1838 yılında John Bethell bu yöntemi geliştirmiş ve emprenye maddesi olarak kreozotu kullanmıştır.

1832 yılında John Howard Kyan civa klorür ($HgCl_2$) çözeltisinde ağaç direklerinin emprenye edilmesi için yeni bir yöntem geliştirmiştir (Bozkurt vd. 1993).

1838 yılında Dr. Auguste Boucherie ilk besi suyunu çıkarma metodunu bulmuş ve emprenye maddesi olarak bakır sülfat kullanmıştır (Berkel 1972).

1847 yılında Sir William Burnet, çinko klorür ($ZnCl_2$) içerisinde emprenye metodunu geliştirmiştir (Aslan 1998).

1867 yılında Amerika Birleşik devletleri'nde Ceeley sıcak-soğuk açık tank yöntemini geliştirmiştir. Aynı yıl içerisinde M. Goulet, emprenye işleminde kolaylık sağlamak için, geçit zarlarını mekanik sıkıştırma ile tahrip ederek sıvı geçişini yükseltecek bir uygulama geliştirmiştir (Aslan 1998).

1902 yılında Wassermann boş hücre yönteminin temelini atmıştır. Daha sonra Max Rueping ağaç malzemenin emprenyesinde hücre çeperinin almış olduğu emprenye maddesinin yeterli olacağını dolayısıyla hücre boşluğunda bulunan emprenye maddesinin gereksiz olduğunu söylemiş ve boş hücre metodunu geliştirmiştir (Aslan 1998).

Ağaç malzemeyi emprenye etme yöntemleri bunlarla sınırlı kalmamıştır. Zaman içerisinde birçok emprenye yöntemi ve maddesi denenmiştir. Günümüzde de bu metotlar halen kullanılmaktadır. Gelişen teknoloji ile emprenye yöntemleri geliştirilmiş olsa da temelde aynı prensibi kullanmaktadır. Ağaç malzemenin mikroskobik yapısı hakkında bilinenler arttıkça daha farklı emprenye yöntemleri ve maddeleri de geliştirilecektir.

2.2 EMPRENYE MADDELERİ

Ağaç malzemenin kullanılacağı yerde karşılaşılabilecek etkenler göz önüne alınarak empenye maddesi seçilmektedir. Emprenye yöntemleri kadar empenye maddeleri de oldukça çeşitlilik gösterir. Bu maddeler genel olarak üç ana grupta toplanabilir:

- a.** Yağlı empenye maddeleri
- b.** Suda çözünen koruyucu empenye maddeleri
- c.** Organik çözeltiler içerisinde çözünen empenye maddeleri

2.3 EMPRENYE YÖNTEMLERİ

Ağaç malzemenin dayanımını arttırmak için birçok empenye yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemler çeşitli araştırmalar ile halen geliştirilmeye devam etmektedir. Ağaç malzemeyi empenye etme yöntemleri genel olarak üçe ayrılmaktadır (Berkel 1972):

- a.** Ağaç malzeme yüzeyinde koruyucu katman oluşturan yöntemler

1. Yüzeyin kömürleştirilmesi
2. Yüzeyin mekanik tabakalarla örtülmesi

- b.** Basınç uygulamayan metotlar

1. Emprenye maddesinin yüzeye sürülmesi veya püskürtülmesi
2. Daldırma (batırma)
3. Açık kazanlarda sıcak ve soğuk daldırma metodu
4. Difüzyon metodu
5. Osmoz metodu

- c.** Basınç uygulayan metotlar

1. Dolu hücre metodu
2. Boş hücre metodu

2.4 AĞAÇ MALZEME EMPRENYE İLİŞKİSİ

Ağaç malzemenin yapısının bilinmesi onun koruyucu maddelerle emprenye edilmesi açısından önemli bir unsurdur. Ağaç malzeme normal koşullar altında oldukça farklı ve çok çeşitli yapısal özellikleri olan heterojen bir yapıya sahiptir (Usta 1993). Hiçbir ağaç türünün özelliği diğerine benzemediği gibi aynı tür ağaçların özellikleri de farklılık gösterir. Hatta aynı tür ağacın değişik bölümlerinden alınan parçalarda bile farklı özellikler görülebilir. Bu farklılığın nedeni bulunduğu bölge, yetişme ortamı ve kalıtsal yapı gibi etkenlerden kaynaklanır. Bu nedenden dolayı ağaç malzemenin yapısını oluşturan çeşitli hücrelerin meydana getirdiği dokuların emprenye olma özellikleri de farklıdır (Gürtekin ve Oğuz 2002).

Genel olarak yapraklı ağaçlar iğne yapraklı ağaçlardan daha güç emprenye edilirler. Bunun temel nedeni iğne yapraklı ağaçların özgül ağırlığının daha az olmasıdır. Ağacın diri odunu öz odundan yaklaşık bin kat daha geçirgen bir yapıya sahiptir. Ayrıca porozite ile özgül ağırlık arasında ters bir bağıntı vardır. Özgül ağırlık azaldıkça ağaç malzemenin bünyesinde bulunan boşluk oranı azalır. Bu da emprenye maddesinin ağaç malzemenin bünyesine alınmasını etkiler (Aslan 1998). Ağaçtaki boşluk oranı arttıkça ağaç malzeme bünyesine alınan emprenye maddesi oranı artar.

2.4.1 İğne Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi

İğne yapraklı ağaçlar basit yapılıdır. Ağacın boyuna yönde uzanan traheidler ve çap yönünde uzanan öz ışınlar ağacın genel elemanlarından. Ayrıca paranzim hücreleri, reçine kanalları ve enine traheidler de bulunur. Traheidler ağaç boyu yönünde uzanmış ölü hücrelerden oluşur ve ligninlenmiş bir haldedirler (Sivrikaya 2003). Boyuna yönde olanlar ağaçta destek ve iletim görevi yaparlar.

Traheid hücreleri emprenye maddesinin ağaç malzeme üzerinde boyuna yönde ilerlemesini kolaylaştırır. Traheidlerin içerisinde yan hücrelerle bağlantısı olan geçitler bulunmaktadır. Bu geçitler emprenye maddesinin diğer hücrelere taşınmasında önemli bir rol oynarlar. Ancak bazı durumlarda bu geçitler basınç etkisiyle kapanabilir ve emprenye maddesinin nüfuzunu zorlaştırabilirler (Sivrikaya 2003).

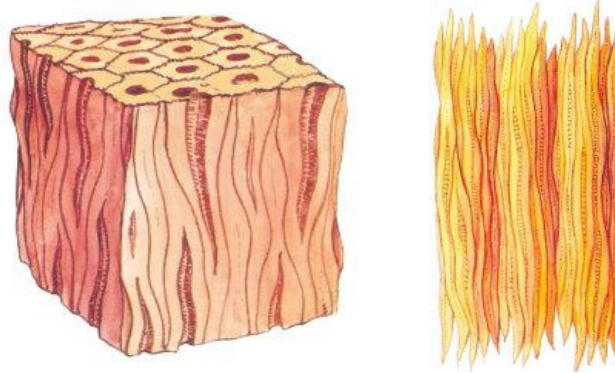
İğne yapraklı ağaçlarda emprenye maddelerinin esas akış yolu, traheidlerden traheidlere kenarlı geçit yardımıyla olmaktadır. Ayrıca paranzim hücrelerinden oluşan öz ışınları basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı sağlamaktadır. Boyuna yöndeki emprenye maddesi enine yöndeki emprenye maddesi akışından yaklaşık yüz kat daha fazladır (Aslan 1998). Bu etkenler ağaç malzemenin emprenye edilebilirlik özelliğini doğrudan etkilemektedir.

2.4.2 Geniş Yapraklı Ağaç Yapısı ve Emprenye İlişkisi

Geniş yapraklı ağaçlarda da emprenye maddesinin iç kesimlere nüfuzunu sağlayan en önemli mikroskobik elemanları trahee, öz ışınlar, lifler, boyuna paranziler, gibi elemanlardır. Traheeler boyuna yönde uzanan, besin maddesi taşıyan boru şeklinde elemanlardır. Trahee hücreleri geniş yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi iletimi açısından önemlidir. Ancak geniş yapraklı ağaçlarda trahee hücrelerinin içerisinde iletimi engelleyecek tyller ve çeşitli amorf maddeler oluşabilir (Sivrikaya 2003). Oluşan bu maddeler emprenye maddesinin nüfuzunu engelleyecektir.

Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye sıvısı akışı, traheeler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlara, daha sonra boyuna paranzim hücrelerine ve liflere veya diğer traheelere doğru geçmektedir. Böylece Geniş yapraklı ağaçlarda emprenye maddesi akışı sağlanır (Sivrikaya 2003). Geniş yapraklı ağaçlar özgül ağırlıkları yüksek olduğu için daha güç emprenye edilirler.

Şekil 2.1’de trahee ve traheid hücrelerinin grafiksel çizimi görülmektedir (Holz 2002).



Şekil 2.1 Ağaç malzemedeki bulunan trahee ve traheid hücrelerinin görünümü.

2.5 HİGROSKOPİSİTE

Ağaç malzeme higroskopik bir madde olup çevresindeki havadan rutubet alır ya da rutubetini havaya verir. Hava ile arasındaki bu rutubet alış-verişi, havanın su buharı kısmi basıncı ile ağaç malzemenin su çekme ya da su tutma gücü eşit oluncaya ve hava ile odun arasında higroskopik denge oluşuncaya kadar devam eder. Ağaç malzemenin çevresindeki havadan su alması (adsorpsiyon) ya da bünyesindeki suyu havaya vermesi (desorpsiyon=kuruma), havanın sıcaklık ve bağıl nemine göre elde edeceği denge rutubetine ulaştığında sona erer (Örs ve Keskin 2001). Ağaç malzemenin çevresindeki ortamdan su alması ya da bünyesindeki suyu bulunduğu ortama vermesine higroskopik denge denir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemenin denge rutubeti miktarı normal ağaç malzemedden farklıdır. Tuzlar ile emprenye edilen ağaç malzemelerde denge rutubeti normalden daha yüksektir (Örs ve Keskin 2001).

2.6 PERMEABİLİTE

Permeabilite; sıvıların boşluklu bir yüzeyden belli bir basınç altındaki geçişlerinin hızlılığı ve yavaşlığıdır. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa o malzemenin permeabilitesi yüksek demektir.

Bütün ağaç türlerini aynı oranda emprenye etmek mümkün değildir. Bazı ağaç türlerinde emprenye maddesi kolayca nüfuz etmekte bazılarında ise bu işlem oldukça yavaş ilerlemektedir (Sivrikaya 2003). Ağaç türleri permeabilitelerine göre dört grupta incelenir:

a. Kolay emprenye edilenler: Basınç altında kolayca ve tamamen emprenye edilebilen ağaç türleridir. Sarıçam diri odunu, kavak diri odunu örnek verilebilir (Aslan 1998).

b. Orta derecede emprenye edilenler: 2-3 saat basınç altında kolay ve enine yönde 6-18 mm nüfuz derinliği sağlayabilen ağaç türleridir. Duglas göknarı diri odunu, sarıçam öz odunu, dişbudak öz odunu, meşe öz odunu örnek verilebilir (Aslan 1998).

c. Güç emprenye edilenler: Uzun süre basınç altında güç emprenye edilen ve enine yönde 3-6 mm nüfuz derinliği sağlanabilen ağaç türleridir. Sedir öz odunu, ceviz öz odunu, Douglas göknarı öz odunu örnek verilebilir (Aslan 1998).

d. Çok güç emprenye edilenler: Uzun süre basınçta bile yeterli absorpsiyon miktarına ulaşılmaz. Bu ağaç türlerinde 1-2 mm civarında nüfuz derinliği sağlanmaktadır. Ak meşe öz odunu ve ardıç öz odunu örnek verilebilir (Aslan 1998).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1 DENEY MATERYALLERİ

3.1.1 Ağaç Malzeme

Yapılan bu çalışmada Türkiye'deki ağaç işleri ve mobilya endüstrisinde oldukça fazla kullanılan ağaç türleri seçilmiştir. Geniş yapraklı ağaç türlerinden Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), iğne yapraklı ağaç türlerinden sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) seçilmiştir.

3.1.1.1 Doğu Kayını (*Fagus Orientalis* L.)

Fagaceae familyası türlerinden olup, ülkemizde doğal olarak yetişmektedir. 30-40 m kadar uzayabilen ve 1 m'ye kadar çap yapabilen dolgun ve iri gövdeli birinci sınıf bir orman ağacıdır. Dağınık küçük traheli bir ağaçtır. Bu nedenle emprenye yapılabilmesi kolaydır. Diri odunu ile öz odunu arasında renk farkı yoktur. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Olgun odun özelliklerine sahiptir. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte, 0,5-0,1 mm aralıkta uzanmakta ve kalın öz ışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte kırmızımsı iğ şeklinde lekeler halindedir. Bu ağacın odunu sert ve ağırdır (Bozkurt ve Erdin 2003).

Tam kuru yoğunluğu (D0) 0,68 g/cm³, hava kurusu yoğunluğu (D12) 0,72 g/cm³'tür. Elastikiyet modülü 15700 N/mm², eğilme direnci (σ_E) 120 N/mm², liflere paralel çekme direnci (σ_C) 132 N/mm², liflere paralel basınç direnci (σ_B) 60 N/mm²'dir (Bozkurt ve Erdin 2003).

İşlenmesi kolaydır. Soyulabilir, kesilebilir ve çok iyi tornalanabilir. Yapıştırma ve yüzey işlemlerinde güçlük yoktur. Boyanması iyi değildir. İyi renk verebilir ve cilayı iyi kabul eder (Bozkurt ve Erdin 2003).

Geniş bir kullanım alanına sahiptir. Masif mobilya, bükme mobilya, spor aletleri, alet sapları yapımında, tornacılıkta, kontrplak, kaplama levha, parke, fiçı sanayisinde, karoser yapımı, yonga levha, lif levha ve kâğıt odunu olarak kullanılabilir (Bozkurt ve Erdin 2003). Şekil 3.1’de Doğu kayını ağacı ve kaplama biçimi görülmektedir.



Şekil 3.1 Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*) ağacı ve kaplama görüntüsü.

3.1.1.2 Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Sarıçam 30-45 m boy, 0,6-1,0 m çap yapabilmekte, gövde şekli düzgün ve dolgun olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20m’dir. Diri odunu 5-10 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı ve kırmızımsı kahverengidir. Kesiminden sonra daha da koyu bir renk alır. Yıllık halka sayıları belirgin ve hafif dalgalıdır. Yaz odunu koyu renkli olup, açık renkli ilkbahar odunu ile kontrast yapar. Odunu mat olup, parlak değildir. Taze halde iken reçine kokuludur. Dekoratif bir görünüşü vardır. Odunu sert ve orta ağırlıklıdır. Sarıçam odunu kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır (Bozkurt ve Erdin 2003).

Tam kuru yoğunluğu (D_0) 0,49 g/cm³, hava kurusu yoğunluğu (D_{12}) 0,52 g/cm³'tür. Elastikiyet modülü 11700 N/mm², eğilme direnci (σ_E) 98 N/mm², liflere paralel çekme direnci (σ_C) 102 N/mm², liflere paralel basınç direnci (σ_B) 54 N/mm²'dir (Bozkurt ve Erdin 2003).

Kolay kurutulur, çatlamaya ve dönüklüğe eğilimi azdır. İyi işlenir ve yapıştırılır. Yüzey işlemlerinde reçine sızıntısı nedeniyle sorun çıkartır. Zor cilalanır. Öz odunu oldukça dayanıklı, diri odunu mantar ve böceklere karşı hassastır. Odunun rutubeti %25'ten fazla olduğu hallerde 20-25 °C sıcaklıklarda mavi renk oluşumu görülür. Öz odun orta derecede güç, diri odun ise kolay emprenye edilebilmektedir (Bozkurt ve Erdin 2003).

Binalarda iç ve dış maksatlarda, pencere doğramalarında, emprenye dildiği halde toprak ve su ile teması olan yerlerde, maden ve tel direği, kaplama levha, kontrplak, lif ve yonga levha ile kâğıt endüstrisinde ve mobilya yapımında kullanılabilir (Bozkurt ve Erdin 2003). Şekil 3.2 'de sarıçam ağacı ve kaplama biçimi görülmektedir.



Şekil 3.2 Sarıçam (*Pinus Sylvestris* L.) ağacı ve kaplama görüntüsü.

3.1.2 Emprenye Maddeleri

Çalışmada deney örneklerinin emprenyesinde tuz esaslı maddeler kullanılmıştır.

3.1.2.1 Çinko Klorür ($ZnCl_2$)

Çinko klorür ($ZnCl_2$) ağaç malzemedede emprenye maddesi olarak Wade tarafından 1815 yılında tavsiye edilmiş ve ilk defa 1838 yılında W. Burnet tarafından kullanılmıştır. Böylece çinko klorür yüzyılı aşan bir sürenden beri emprenye maddesi olarak kullanılmaktadır (Berkel 1972).

Çinko klorür beyaz renkte fazla miktarda higroskopik bir maddedir. Sıvı içerisinde yüksek miktarlarda çözünebilme kabiliyetine sahiptir. Ağaç malzemenin emprenyesinde en uygun miktar olarak %3-5 kullanılmalıdır. Çinko klorür bazik tuzlar meydana getirmekte, böylece hidroklorik asit açığa çıkararak demir kısımlara ve ağaç malzemenin liflerine etki etmektedir. Bu nedenden dolayı %5'ten fazla yoğunluktaki çözeltiler tavsiye edilmemektedir. Ayrıca çinko klorür odun lifleri tarafından iyi bir şekilde tutulamamasından dolayı sular tarafından kolay bir şekilde yıkanabilir. Bu nedenden dolayı su ile karşılaşacağı ortamlarda kullanılması önerilmemektedir (Berkel 1972).

Kurutulduktan sonra ağaç malzeme temiz görünüşlü olup boyamaya elverişlidir. $1m^3$ ağaç malzemenin içerisine aldığı kuru çinko klorür maddesi miktarı çeşitli şartlara göre 8-20 kg arasında değişmektedir. Üstü kapalı yapılar içerisinde bulunan ağaç malzemedede çinko klorürün mantarlara ve böceklere karşı koruyucu etkisi iyidir. Buna rağmen açıkta kullanılan ağaç malzemedede sular tarafından kolaylıkla yıkanabilir (Berkel 1972). Şekil 3.3'te çinko klorür maddesine ait bir görünüm yer almaktadır.



Şekil 3.3 Çinko klorür ($ZnCl_2$) maddesine ait bir görünüm.

3.1.2.2 Boraks

Bor tuzlarında olan boraks; fungusit, insektisit ve yanmayı önleyici olarak etkili bir madde olup, diğer maddelere karıştırılarak kullanılmakta ve su ile yıkanarak çıkabilmektedir. Genelde ağaç malzemenin empenye edilmesinde %5'lik çözeltiler halinde kullanılır (Var 2000). Şekil 3.4'te boraks maddesine ait görünüm yer almaktadır.

Boraks $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ kimyasal yapısında olup fiziki görünüşü renksiz şeffaf kristaller halindedir. Ayrıca molekül ağırlığı 291,35, yoğunluğu $1,815 \text{ g/cm}^3$ ve erime noktası $741 \text{ }^\circ\text{C}$ 'dir (Sarica 2006).



Şekil 3.4 Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) maddesine ait bir görünüm.

3.1.2.3 Imersol Aqua

Imersol aqua; su esaslı bir empenye maddesidir. Zemin seviyesi üzerindeki bütün ahşap elemanların korunması için kullanılabilir. Genelde daldırma sistemiyle uygulanır. Ahşap elemanları mantar ve böcek tahribatına karşı korur. Emprenyeden sonra ahşabın boyutlarında değişiklik meydana gelmez (URL-1 2008). Şekil 3.5'te Imersol aqua maddesinin ambalaj formu görülmektedir.



Şekil 3.5 Imersol aqua maddesine ait bir görünüm.

Imersol aqua insan ve çevre sağlığına zararlı madde içermez. Tüm katkı maddeleri uluslararası pazarda kabul edilmiş ve onaylanmıştır. Imersol aqua kullanıma hazır olarak piyasaya sunulmuştur. Genel olarak iğne yapraklı ağaçlar gibi özgül ağırlığı düşük ağaç malzemelerde kullanılır. Daldırma süresi özgül ağırlığı az olan ağaçlar için en az 6 dakikadır. Ahşaba emdirilen emprenye maddesi 1m³ ahşap için 15 litrenin altında olmamalıdır. Kuruma süresi en az 24 saattir. Bu süre ahşabın yapısı, emdirilen miktar ve hava şartlarına (havadaki nem oranı, sıcaklık ve rüzgâr durumuna) göre artabilir (URL-1 2008).

3.1.3 Emprenye Düzeneği

Deneyde örneklerinin emprenyesinde kullanılan emprenye düzeneği basınç ve vakum uygulayabilmektedir. Kaliteli çelikten yapılmış silindirik biçimde 35 cm çapında sızdırmaz bir kazan, vakum uygulayan bir pompa, kazandaki koşulları ileten göstergeler ve basınç tertibatından oluşmaktadır. Bu emprenye düzeneği ile basınç metodu uygulanan deney örnekleri önce vakum daha sonra basınç altında emprenye edilmişlerdir. Şekil 3.6'da deneyde kullanılan emprenye düzeneği görülmektedir.



Şekil 3.6 Deneyde kullanılan empenye düzeneği.

3.2 DENEY METOTLARI

3.2.1 Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deneyde Doğu kayını ve sarıçam odunlarından elde edilen örnekler kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan deney örnekleri, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, herhangi bir büyüme kusuru bulunmayan, mantar ve böcekler gibi mikroorganizmaların zararına uğramamış, yıllık haklarının yönü dik olacak şekilde TS 2470 ve TS 53 standartlarına göre hazırlanmıştır.

Eğilme direnci ve elastikiyet modülü ölçümlerinde kullanılacak olan deney örneklerinde TS 2474 standartlarına uyulmuştur. Standartta göre hazırlanan deney örnekleri $20 \times 20 \times 360 \pm 1$ mm ölçülerinde toplam 360 tane olarak hazırlanmıştır.

Liflere paralel basınç deneyi için TS 2595 standardına uyulmuştur. Bu standarda göre 20x20x30 ±1 mm boyutlarında toplam 360 adet deney örneği hazırlanmıştır.

Liflere paralel yönde çekme direnci için kullanılacak olan deney örnekleri TS 2475 standardına göre 15x50x450 ±1 mm dış ölçülerine sahip özel şekilli olarak hazırlanmıştır.

Dinamik eğilme direnci (şok direnci) ölçümleri için gerekli olan deney örnekleri TS 2477 standardına göre 20x20x300 ±1 mm boyutlarında hazırlanmıştır.

3.2.2 Emprenye Maddelerinin Hazırlanması

Deney örneklerinin emprenyesinde çinko klorür ($ZnCl_2$), boraks ve imersol aqua olmak üzere üç farklı emprenye maddesi kullanılmıştır. Kullanılan bu emprenye maddelerinden çinko klorür ve boraks damıtılmış su ile 20 ±2 °C sıcaklıkta hazırlanmıştır. İmersol aqua ise sıvı olarak hazır şekilde satın alınmıştır. Çinko klorür ve boraks %5'lik yoğunluk oranıyla hazırlanmışlardır.

3.2.3 Uygulanan Emprenye Yöntemleri

Günümüzde uygulanan birçok değişik emprenye yöntemi vardır. Bu yöntemler ağaç malzemeye, kullanılacağı yere, kullanılan emprenye maddesine vb. göre değişir. Yapılan bu çalışmada iki farklı yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemler batırma (daldırma) ve basınç metodudur.

3.2.3.1 Batırma (Daldırma) Metodu

Batırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırılması (daldırılması) şeklinde uygulanır. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmektedir. Çünkü bütün yüzeyler emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Batırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre, kısa ve uzun süreli uygulanabilmektedir (Bozkurt vd. 1993).

Kısa Süreli Batırma (Daldırma) Metodu

Kısa süreli batırma, birkaç saniye ile 30 dakika arasında ağaç malzemenin emprenye maddesine batırılmasıyla yapılır. Bu metotta ağaç malzeme paletler üzerine yerleştirilmekte ve yeraltında bulunan kazan içerisinde otomatik olarak birkaç saniye ile birkaç dakika arasında batırılmaktadır. 10 saniyelik bir batırma işleminden sonra, fırça ile bir kat sürme kadar nüfuz sağlanır. Buna rağmen 10 dakikalık bir bekletme süresi sonunda fırça ile üç kat sürme kadar nüfuz derinliği sağlanır (Bozkurt vd. 1993).

Esas itibariyle diri odun içeren ince ağaç malzemenin, emprenye maddesi içerisinde kısa süre batırılması oldukça iyi bir koruma sağlamaktadır. Ancak batırma süresinin belirlenmesinde emprenye maddesi özelliklerine dikkat edilmelidir (Bozkurt vd. 1993).

Bu metotta en fazla nüfuz derinliği enine kesitte görülmektedir. Bu nedenle enine kesit oranı yükseldikçe emprenye maddesi absorpsiyonu da artmaktadır. Ayrıca malzeme yüzeyinin düzgünlüğü, absorbe edilen koruyucu madde miktarını değiştirebilmekte, ilk beş dakika içerisinde, planyalanmamış malzemede planyalanmıştan daha hızlı bir absorpsiyon gerçekleşmektedir (Bozkurt vd. 1993).

Uzun Süreli Batırma (Daldırma) Metodu

Bu metotta batırma süresi en az 30 dakika ile birkaç gün arasında değişmektedir. Bu yöntemde ağaç malzemenin türüne göre nüfuz derinliği birkaç mm ile birkaç cm arasında değişmektedir (Aslan 1998). Emprenye edilecek olan ağaç malzemeler kazanlar içerisinde bulunan emprenye maddesi içerisinde otomatik bir mekanizma ile batırılır. Bu mekanizma ağaç malzemeyi kazanın içerisine batırırken diğer bir mekanizması da ağaç malzemelerin yüzeye çıkması engeller (Berkel 1972). Yüzeye çıkamayan ağaç malzeme emprenye maddesini bütün yüzeylerinden içeriye alır. Emprenye maddesi çoğunlukla 20 °C normal sıcaklıkta veya daha etkili olması için 70-80 °C'ye kadar ısıtılabilir. Emprenye maddesinin ısınması için ısıtıcı borular ya da ocak kullanılır. Isıtma ile emprenye maddelerinin viskozitesi düşürülmekte böylece daha derine nüfuz etmesi sağlanabilmektedir (Berkel 1972). Şekil 3.7'de uzun süreli batırma yönteminde ağaç malzemenin kazana yerleştirilmesi görülmektedir.



Şekil 3.7 Uzun süreli batırma yönteminde ağaçların kazana yerleştirilmesi.

Ağaç malzemeyi emprenyeden önce ve sonra tartarak ne kadar emprenye maddesi aldıkları hesaplanabilir. Çoğu kez ağaç malzeme özel istif arabaları ile istiflenerek bir vinç yardımıyla emprenye eriyiği içerisine batırılır. Ağaç malzemenin türüne göre değişik emprenye maddeleri kullanılabilir. Örneğin yaş haldeki ağaç malzemeler emprenye edilecekse suda çözünen tuzlarla emprenye edilmesi daha mantıklı olacaktır. Bu durumda emprenye tuzları difüzyon yolu ile ağaç malzeme içerisinde ilerleyeceklerdir. Emprenye işlemi bittikten sonra ağaç malzeme uygun şekilde kurutulmalıdır (Berkel 1972).

3.2.3.2 Basınçlı Emprenye Metodu

Bu metotta ağaç malzeme emprenye edilirken basınç ve vakumdan, bazılarında ise sadece basınçtan yararlanılmaktadır. Bu metotların elverişli ve etkili oluşunun en önemli nedeni, kapalı kazan içerisinde emprenye işlemi şartlarının en iyi şekilde uygulanabilmesi ve kontrol edilebilmesidir. Oysaki basınç uygulamayan emprenye metotlarında bu şartların sağlanması mümkün değildir. Basınç uygulayan metotların daha etkili olması, emprenye maddesinin ağaç malzeme içerisine daha derin ve düzenli şekilde dağılmasından kaynaklanmaktadır (Berkel 1972). Şekil 3.8’de basınç metoduyla çalışan gelişmiş bir emprenye düzeneği görülmektedir.



Şekil 3.8 Basınç metoduyla çalışan gelişmiş bir emprenye düzeneği.

Basınç uygulayan emprenye metodunun en önemli faydaları şunlardır:

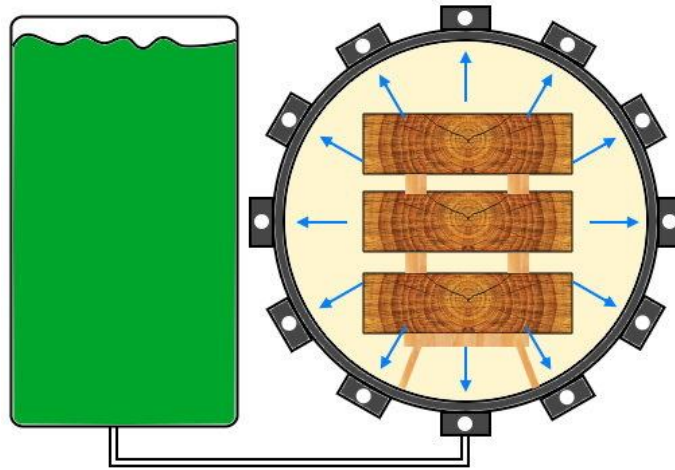
- a.** Emprenye maddesinin ağaç malzeme içerisine kısa zamanda daha derin ve düzenli bir şekilde nüfuzunun sağlanması ve yeterli miktarda koruyucu maddenin malzeme içerisine girmesinin temin edilmesi (Berkel 1972).
- b.** Malzemenin kullanım maksadına ve yerine göre emprenye metodu uygulama şeklinin daha iyi kontrol edilebilmesi, gerekli nüfuz derinliği ile malzeme içerisine giren emprenye maddesi miktarının ayarlanabilmesi (Berkel 1972).
- c.** Emprenyeden önce ağaç malzemenin aynı silindirik kazan içerisinde bazı (kurutma, buharlama, vb.) işlemlere tabi tutulmasının mümkün oluşu (Berkel 1972).
- d.** İş veriminin yüksek oluşu ve bir defada fazla miktarda malzemenin emprenye edilebilmesi şeklinde ifade edilebilmektedir (Berkel 1972).

Sakıncaları ise emprenye tesisatının pahalı, işletme masraflarının yüksek ve çoğunlukla ormandan uzak yerlerde kurulmuş olmalarıdır (Berkel 1972).

Basınç uygulayan emprenye metotlarının da kendi içerisinde bazı çeşitleri vardır. Bunlar; dolu hücre ve boş hücre metodudur. Bu metotlarda uygulanan aşamalardan bazılarının sıraları değişik ya da bazı aşamalar uygulanmamaktadır. Basınç uygulanan emprenye yöntemlerinde temel olarak beş aşama vardır.

Ön Vakum İşlemi

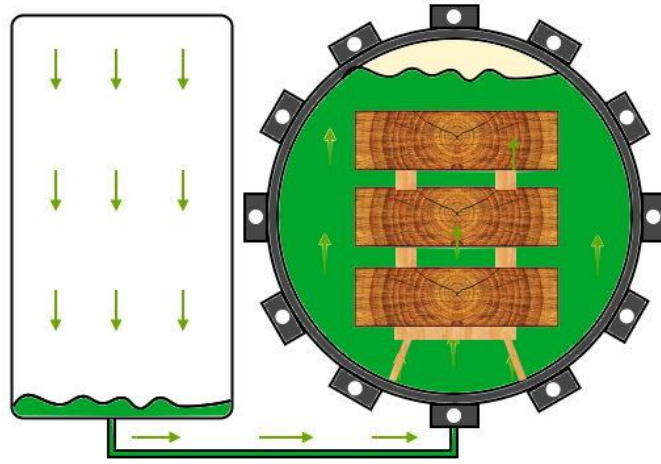
Ağaç malzemenin emprenye maddesini daha kolay bir şekilde alabilmesi için ön vakum yapılarak odunsu hücreler içerisindeki su dışarıya alınmaktadır. Genellikle 635 mm Hg⁻¹'lik bir vakum uygulanmaktadır. Vakum süresi ağaç malzemenin kalınlığı, ağaç türü ve özgül ağırlıyla ilgili olarak 15 dakika ile 1 saat arasında değişmektedir (Bozkurt vd. 1993). Şekil 3.9'da ön vakum işlemi şeması görülmektedir.



Şekil 3.9 Ön vakum işlemi şeması.

Emprenye Maddesi Sevki

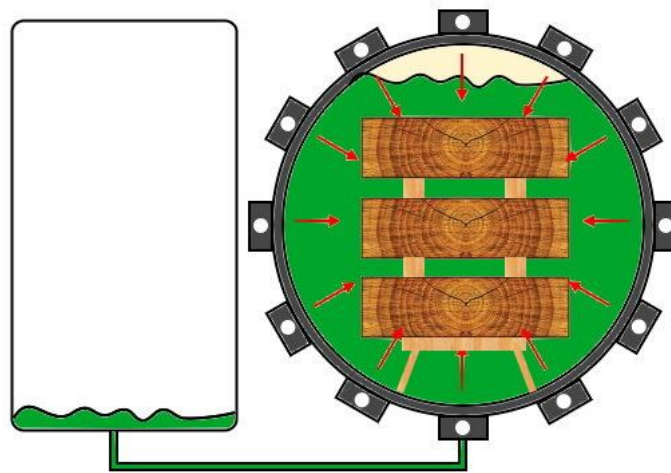
Ön vakum muhafaza edilerek emprenye maddesi kazana sevk edilmekte ve kazan doldurulmadan vakum kaldırılmamaktadır. Çünkü kazan içerisinde kalan hava veya emprenye eriğinden oluşan su buharı kazanın üstünde sıkışmaktadır. Ayrıca vakum kaldırıldıktan sonra emprenye maddesi sevki devam ettiğinde buhar ağaç malzemenin boşalmış kısımlarına dolarak absorpsiyon miktarının azalmasına neden olmaktadır (Bozkurt vd. 1993). Şekil 3.10'da emprenye maddesi sevki işlemi şeması görülmektedir.



Şekil 3.10 Emprenye maddesi sevki işlemi şeması.

Basınç Periyodu

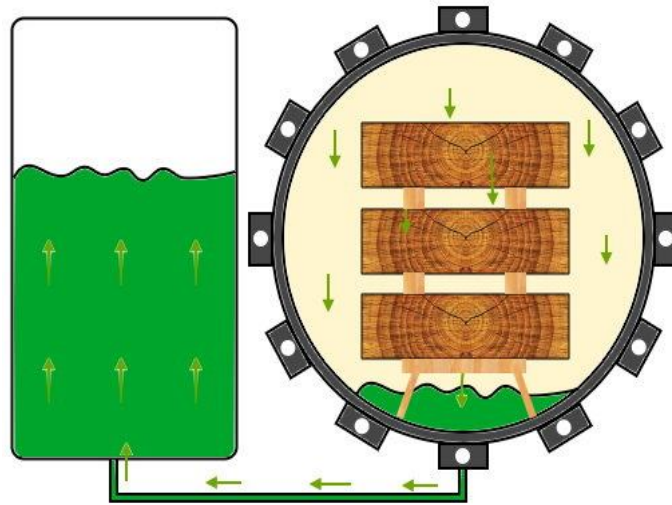
Emprenye maddesi sevki bittikten sonra vakum kaldırılarak basınç uygulanmaya başlanmakta ve yavaş yavaş 4 atm'ye kadar yükseltilmektedir. Yeterli empenye maddesi absorpsiyonu sağlanıncaya kadar ağaç malzeme belirli bir süre basınç altında tutulmaktadır. Basınç uygulama süresi, ağaç malzemenin kalınlığı ve empenye edilebilme kabiliyeti dikkate alınarak 1-6 saat arasında olmakta, daha sonra basınç kaldırılmaktadır. Bu sırada ağaç malzemenin odunsu hücreleri içindeki basıncın kalkmasıyla bir miktar hava genişleyerek %5-15 kadar empenye maddesi kendiliğinden ağaç malzemeden dışarı verilmektedir (Bozkurt vd. 1993). Şekil 3.11'de basınç periyodu şeması görülmektedir.



Şekil 3.11 Basınç periyodu şeması.

Emprenye Maddesinin Dışarı Alınması

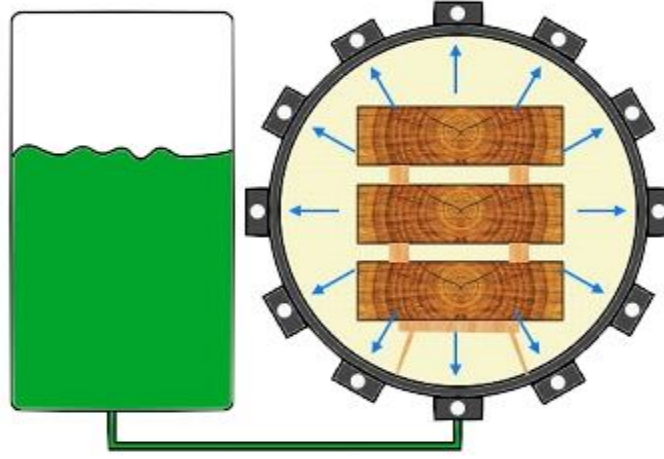
Basınç uygulamasına son verildikten sonra emprenye maddesi kazandan depolama tankına alınır. Depolama tankı genellikle kazanın alt kısmında yer alır. Böylece emprenye maddesi vanaların açılmasıyla kendiliğinden alttaki kazana geçer. Depolama tankı başka bir yere de yerleştirilebilir. Ancak bu durumda emprenye maddesinin kazandan geri alınması için ayrı bir sisteme de gereksinim duyulur (Bozkurt vd. 1993). Şekil 3.12’ de emprenye maddesinin dışarıya alınma şeması görülmektedir.



Şekil 3.12 Emprenye maddesinin dışarı alınma şeması.

Son Vakum İşlemi

Son olarak 635 mm Hg⁻¹'lik bir vakum yapılmakta ve 10-15 dakika süre ile vakum sabit tutulmaktadır. Amaç kazandan çıkarılan ağaç malzemedeki bulunan fazla emprenye maddesinin kendiliğinden dışarı sızmasını önlemektir (Bozkurt vd. 1993). Şekil 3.13'te son vakum işlemi şeması görülmektedir.



Şekil 3.13 Son vakum işlemi şeması.

Basınç altında sırasıyla bu aşamalar uygulandığında dolu hücre yöntemi uygulanmış olur. Boş hücre metodunu uygulamak için başlangıçta yer alan ön vakum işlemi yerine ön hava basıncı uygulanmalıdır. Böylece ilk aşamada ağaç malzeme içerisinde bulunan hava sıkışacak, emprenye işlemi sonrasında basınç ortadan kalkınca emprenye maddesinin büyük bir kısmı kendiliğinden dışarıya atılacaktır (Bozkurt vd. 1993).

3.2.4 Higroskopisite Tespiti

Deney örneklerinin higroskopisite ölçümleri için ASTM D 3201-08 standardına göre yapılmıştır. Bu standarda göre örnekler yedi gün süreyle %92 ±2 bağıl nem ve 27 ±2 °C sıcaklıkta bekletildikten sonra ağırlıkları tartı metoduyla belirlenmiş ve aşağıda yer alan eşitliklerle emprenye işlemlerinde kullanılan kimyasal maddelerin odunun higroskopisitesinde neden oldukları değişim yüzdeleri hesaplanmıştır.

$$\text{Rutubet artışı (Ra) \%} = \frac{R_{\text{son}} - R_{\text{ilk}}}{R_{\text{ilk}}} \times 100 \quad (3.1)$$

Bu formülde:

R_{son} = Emprenye sonrası örnek rutubeti (%)

R_{ilk} = Emprenye öncesi örnek rutubeti (%)

3.2.5 Retensiyon Miktarı Tespiti

Deney örneklerinin retensiyon miktarı (R, kg/m³) aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

Retensiyon miktarı:

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (3.2)$$

Bu formüllerde:

$$G = T_2 - T_1$$

T₁ = Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

T₂ = Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)

V = Örnek hacmi (cm³)

C = Çözelti konsantrasyonu (%)

3.2.6 Hava Kuru Yoğunluk Tespiti

Deney örneklerinin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları ise TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Standartlara göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 3 bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletildikten sonra 0,01g duyarlıklı terazi ile tartılmıştır. Aynı zamanda boyutları ± 0,01mm duyarlıklı dijital kompas ile ölçülerek hacimleri stereometrik metot ile belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M₁₂) ve hacim (V₁₂) değerine göre hava kuru yoğunluk (δ₁₂) aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (Özçifçi 2001):

$$\delta_{12} = \frac{M_{12}}{V_{12}} \text{ g/cm}^3 \quad (3.3)$$

Bu formülde;

M₁₂ = Örnek ağırlığı (g)

V₁₂ = Örnek hacmi (cm³)

3.2.7 Mekanik Özellikler

Ağaç malzemenin dışarıdan yapılan yüklemeler ile biçimini değiştirmeye zorlayan kuvvetlere karşı koyma gücü o malzemenin mekanik direncini ifade eder. Ağaç malzemenin mekanik özelliklerini belirlemede kullanılan örnekler küçük boyutlu kusursuz örnekler ve uygulamada kullanılan boyutlarda olmak üzere iki grupta toplanır (Örs ve Keskin 2001). Belli standartlara göre hazırlanan küçük boyutlu kusursuz örnekler;

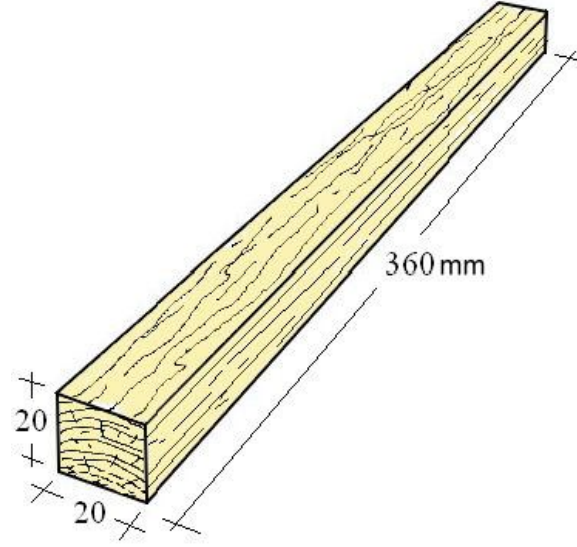
- Bir ağaç türü odununda mekanik özellikler ile ilgili ortalama değerler elde ederek, karşılaştırma yapmak,
- Büyük boyutlu örneklerde elde edilen deney sonuçlarına göre emniyet gerilmeleri hesabında kullanılacak esaslar elde etmek,
- Odun yapısındaki farklılıklar ile uygulanan teknik işlemlerin odunların mekanik özelliklerine etkilerini belirlemek amacı ile kullanılır (Örs ve Keskin 2001).

3.2.7.1 Eğilme Direnci

Eğilme direnciyle ağaç malzemenin statik kuvvetlerin etkisi altında ne kadar dayanabileceği belirlenir. Böylece örnekler üzerinden ağaç malzemenin mukavemet özellikleri tahmin edilebilir (Berkel 1972).

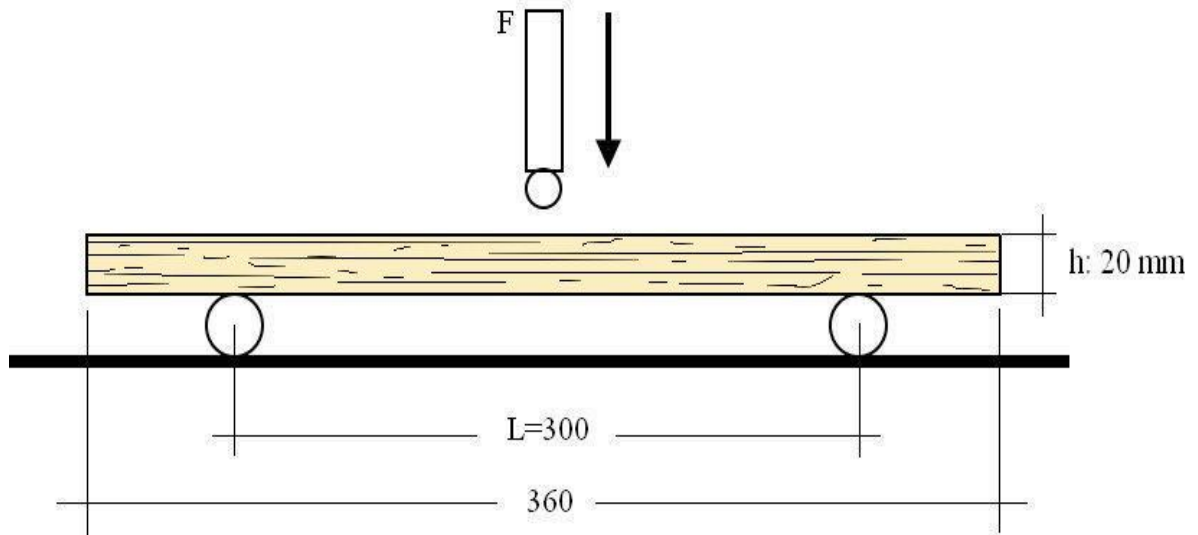
Liflere dik eğilme direnci deneylerinde TS 2474 standardı esaslarına uyulmuştur. Deneyler yapılmadan önce örnekler hava kurusu hale getirilir ve $\pm 0,01$ mm duyarlığa sahip olan dijital bir kompasla genişliği, kalınlığı ve uzunlukları hesaplanır (Berkel 1972).

Deney örnekleri $20 \times 20 \times 360 \pm 1$ mm olarak dikdörtgen prizması şeklinde lifleri düzgün, budak ve ardaklanması olmayan, mantar ve çürüklüğe uğramamış kusursuz ağaç malzemelerden Şekil 3.14 'teki boyutlara uygun olarak hazırlanmıştır.



Şekil 3.14 Eğilme direnci deney örneği boyutları (mm).

Eğilme direnci deneyinde deney örneği test makinesine yatay yönde yuvarlak şekilli iki destek noktasının üzerine yerleştirilir. Bu iki yuvarlak destek noktasının merkezleri arasındaki uzaklık (kalınlığın 15-20 katı) 300 mm alınabilir. Uygulanan kuvvet deney örneğinin tam orta noktasına uygulanacak şekilde ayarlanır. Ayarlanan yükleme mekanizması deneyin başladığı andan itibaren 1-2 dakika içerisinde kırılmayı meydana getirmek için 5 mm/dak hızında ayarlanır.



Şekil 3.15 Liflere dik eğilme direnci deney düzeneği (mm).

Kırılma anında ölçülen kuvvet (F_{max}) için liflere dik eğilme direnci (σ_E);

$$\sigma_e = \frac{3 F_{max} l}{2b h^2} N / mm^2 \quad (3.4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Bu formülde,

l = Dayanaklar arası açıklık (mm)

b = Örnek genişliği (20 mm)

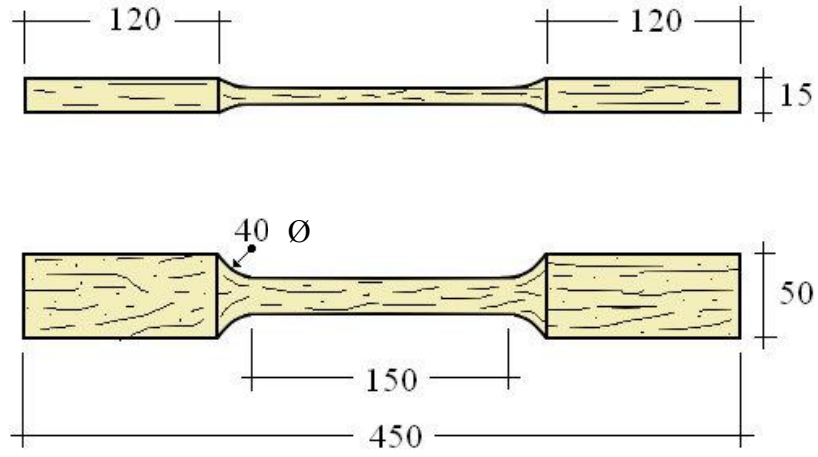
h = Örnek yüksekliği (20 mm)

3.2.7.2 Çekme Direnci

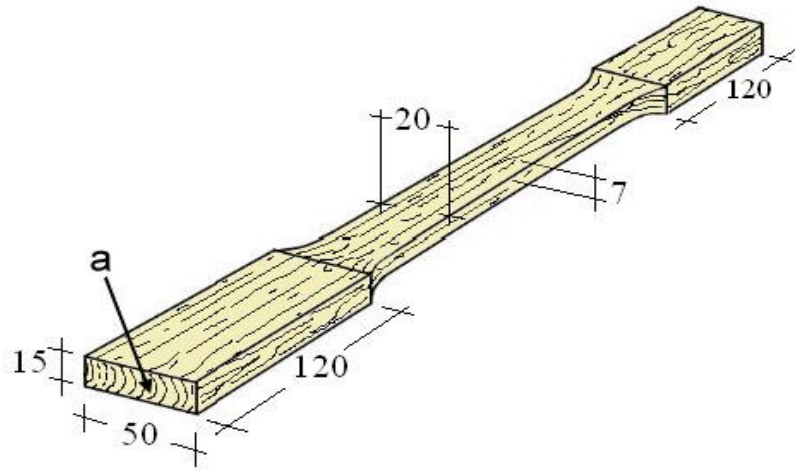
Çekme direnci birbirinin aksi yönlerde etki eden ve lifleri koparmaya, ayırmaya çalışan iki kuvvete karşı ağaç malzemenin gösterdiği dayanma gücüdür. Çekme direnci liflere paralel ve liflere dik olmak üzere iki şekilde yapılır. Ancak liflere dik çekme direnci ölçümü liflere paralel çekme direncine göre daha az yapılır. Bunun nedeni liflere dik çekme deneyi örneklerinin hazırlanmasının ve deneyin yapılmasının zor oluşudur. Deney örnekleri çoğu kez gerekli ölçüm gerçekleştirilemeden kırılmaktadır. Bu yüzden liflere paralel çekme direnci daha çok uygulanmaktadır (Berkel 1972).

Ağaç malzemede liflere paralel yönde çekme direnci sonuçları, ağaç malzemeye uygulanan diğer mekanik deney sonuçlarına göre en yüksek olanıdır. Bunun sebebi odunun hücre yapısında bulunan fibrillerin uzanıdır. Ayrıca liflere paralel yönde çekme direncinin, liflere dik yönde çekme direncine göre ortalama 10 kat daha yüksek olduğu bilinmektedir (Berkel 1972).

Liflere paralel (σ_{\parallel}) çekme direnci TS 2475 standardında yer alan kurallara göre deney örnekleri hazırlanmış ve uygulanmıştır. Liflere paralel çekme deneyi örneklerinin dış ölçüleri $15 \times 50 \times 450 \pm 1$ mm'dir. Deney örneklerinin ölçüleri Şekil 3.16 ve Şekil 3.17'de gösterilmiştir.



Şekil 3.16 Liflere paralel çekme deneyi örneği ölçüleri (mm).



Şekil 3.17 Liflere paralel çekme deneyi örneği (mm).

Deney örnekleri Şekil 3.17'de "a" harfi ile gösterilen lif yapısına sahiptir. Yıllık halkaların uzanışı da geniş yüzeye dik olacak şekilde ayarlanmıştır.

Denemelerden elde edilen sonuçlar aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\sigma_{\parallel} = \frac{F_{\max}}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (3.5)$$

Bu formülde;

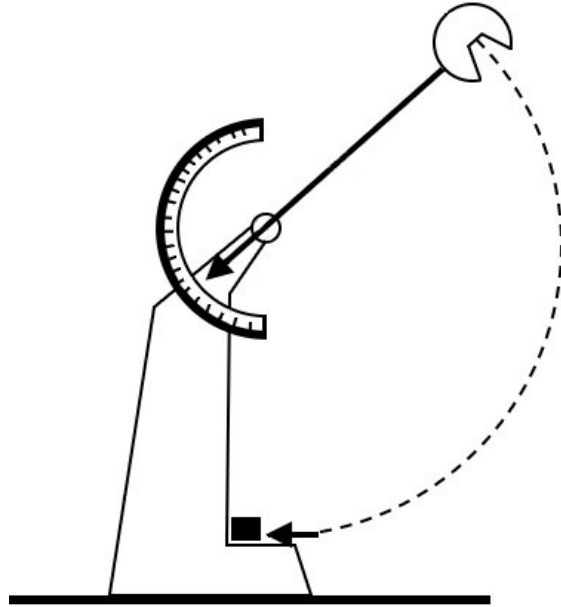
σ_{\parallel} = Liflere paralel çekme direnci (kg/cm²)

F_{max} = Kırılma anında oluşan yük (kg)

A = Enine kesit alanı (cm²)

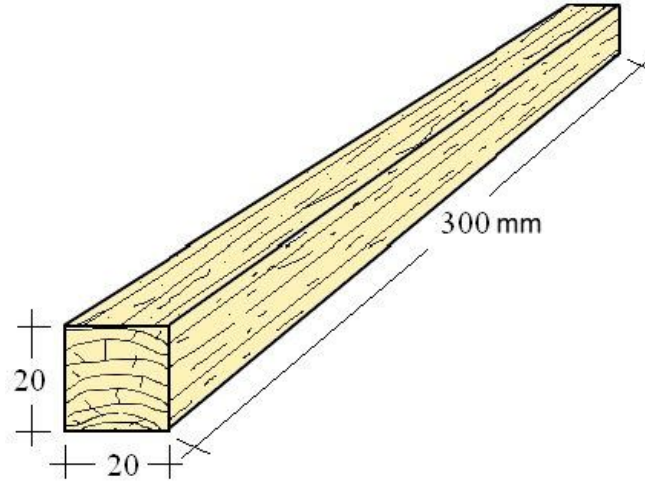
3.2.7.3 Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Ağaç malzemenin ani etki eden kuvvetlere karşı koyma gücüdür. Ağaç malzemenin şok direnci TS 2477 standardında belirtilen esaslara göre 10 kg.m iş gücüne sahip pandüllü çekiç aleti ile yapılır (Örs ve Keskin 2001). Deney düzeneği Şekil 3.18’de gösterilmiştir.



Şekil 3.18 Pandüllü çekiç aleti şeması.

Dinamik eğilme direnci için hazırlanacak olan deney örnekleri TS 2477 standardına göre 20x20x300 ±1 mm olarak dikdörtgen prizması şeklinde, üzerinde herhangi bir kusuru bulunmayan budaksız, mantarlar ve mikroorganizmalar tarafından zarara uğramamış ağaç malzemeden seçilir. Deney örneklerinin, bir yüzü radyal diğer yüzü teğet olacak şekilde hazırlanır. Deney örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra ±0,01 mm duyarlılıktaki kompasla orta kısımlarından ölçülür. Deney örneği Şekil 3.19’da gösterilmiştir.



Şekil 3.19 Dinamik eğilme (şok) direnci örneği ölçüleri (mm).

Pandül şeklindeki çekicinin ağırlığı ve hareket halindeyken aldığı yol belirli olduğundan, deney örneklerinin ortasına çarptığı anda taşıdığı enerji miktarı da bilinmektedir. Deney örnekleri çarpma ve kırılma esnasında eğilmek suretiyle bir miktar enerjiyi bünyesine alır (Berkel 1972).

Belirli bir yükseklikten deney örneği üzerine serbest olarak düşürülen 10 kg/m iş gücüne sahip pandül, ilk konumda sahip olduğu kinetik enerjinin bir kısmını örneği kırmak için harcar. Bu nedenle örneği kırdıktan sonraki yüksekliği ile ilk yüksekliği arasındaki fark, örneği kırmak için harcadığı iş miktarı kadardır. Kırılma anında harcanan iş (w) alettaki taksimatlı kadrandan belirlenerek dinamik eğilme direnci aşağıdaki formülden hesaplanır (Örs ve Keskin 2001).

$$\sigma_{DE} = \frac{w}{b.h} \text{ (kg.m/cm}^2\text{)} \quad (3.6)$$

Bu formülde;

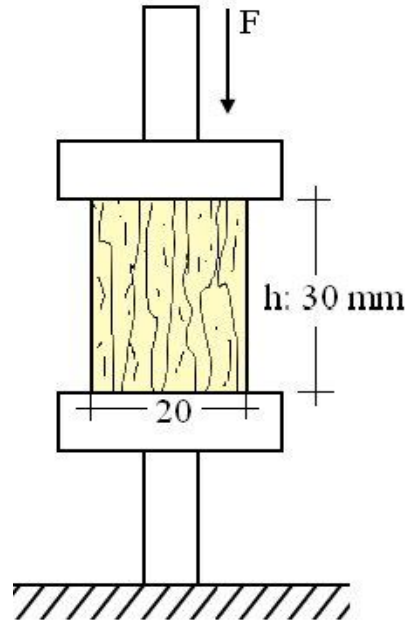
w : Kırılma anında harcanan iş

σ_{DE} : Dinamik eğilme direnci

b ve h : Deney örneklerinin radyal ve teğet yönlerdeki mm cinsinden boyutları

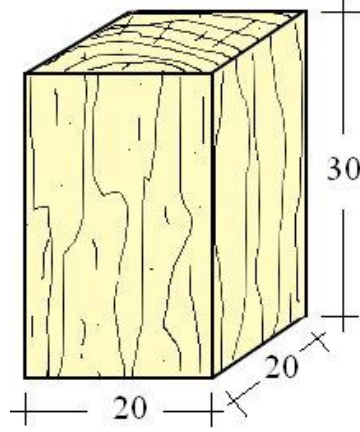
3.2.7.4 Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Liflere paralel yönde basınç direnci, birbirine ters yönde olmak üzere, liflere paralel yönde etki eden ağaç malzemeyi sıkıştırmaya, ezmeye çalışan kuvvetlere karşı kırılma anındaki gerilmedir. Bu deney kusursuz ağaç malzemenin liflere paralel yönde basınca maruz kalması durumundaki halini belirlemek için yapılır. Liflere paralel yönde basınçta kırılma sınırına yaklaşıldığı zaman örneklerde kuvvetli şekil değişmesi, ezilme meydana gelmekte, iç kısımlarda sert doku kısımları yumuşak doku kısımları içerisine çökmekte, kırılma anında ise liflere paralel yönde kayma, yarıma ve örnek içerisinde boşlukların oluşması şeklinde haller görülür (Berkel 1972). Liflere paralel yönde basınç direnci deney düzeneği Şekil 3.20’de gösterilmiştir.



Şekil 3.20 Liflere paralel yönde basınç direnci düzeneği.

Liflere paralel yönde basınç direnci örnekleri TS 2595 standardında belirtilen esaslara göre hazırlanmıştır. Seçilen deney örneklerinin özellikleri ise TS 2470 standardına uygun olarak hazırlanmıştır. Örnek boyuları Şekil 3.21’de gösterilmiştir.



Şekil 3.21 Liflere paralel yönde basınç direnci örneği ölçüleri (mm).

Örneklerin basınç direnci deneylerinde kullanılan üniversal test mekanizması, ezilmenin yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızda ayarlanır. Deneylerden önce kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, ezilme anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) belirlenerek basınç dirençleri (σ_b) aşağıdaki formül ile hesaplanır (Toker 2007).

$$\sigma_b = \frac{F_{max}}{A} = N / mm^2 \quad (3.7)$$

Bu formülde;

A= Örneğin enine kesit alanı (mm^2)

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1 DENEY ÖRNEKLERİ

Çalışmada kullanılan deney örneklerinin gruplarına ve gruplarda yer alan örnek sayılarına ilişkin bilgiler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Çalışmada kullanılan deney örnekleri sayısı.

Ağaç	Yöntem	Emprenye Süresi	Emprenye Maddesi	Örnek Sayısı
Sarıçam	Basınç	2 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		4 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		6 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
	Daldırma	2 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		4 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		6 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10

Çizelge 4.1 (devam ediyor) Çalışmada kullanılan deney örnekleri sayısı.

Doğu Kayını	Basınç	2 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		4 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		6 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
	Daldırma	2 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		4 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
		6 Saat	Çinko Klorür	10
			Boraks	10
			Imersol Aqua	10
Toplam :				360

Çizelge 4.1’de yalnızca bir mekanik özellik ölçümünde kullanılan deney örneği sayısı gösterilmiştir. Çalışmada dört farklı mekanik özellik ölçülmüş ve bu sonuçlar kontrol örneklerinin sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Yapılan bu çalışmada kontrol örnekleriyle birlikte toplam 1460 adet deney örneği kullanılmıştır.

4.2 EMPRENYE MADDELERİ

Deneylerde kullanılan emprenye maddelerine ait özellikler Çizelge 4.2’ de verilmiştir.

Çizelge 4.2 Emprenye maddelerinin özellikleri.

Emprenye Maddeleri	Viskozite (20 °C) 4mm/Din cup/sn	Çözücü Kons. (%)	Çözücü Madde	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk (g/ml)	
					E.Ö.	E.S.	E.Ö.	E.S.
Boraks	8	5	Damıtık Su	20	9	9	1,060	1,065
Çinko Klorür	8	5	Damıtık Su	20	6	6	1,070	1,075
Imersol Aqua	8	Ambalaj Viskozitesi	Ambalaj Viskozitesi	20	6,7	6,7	0,992	0,997

EÖ: Emprenye Öncesi, ES: Emprenye Sonrası

Deneylerde kullanılan çözeltilerin emprenye öncesi ve emprenye sonrası pH derecelerinde ve yoğunluklarında sonucu etkileyecek bir değişim oluşmamıştır. Meydana gelen bu durum, her emprenye işlemi için taze çözelti hazırlanmasından kaynaklanabilir.

4.3 HİGROSKOPİSİTE DEĞİŞİMİ

Çalışmadaki deney örnekleri emprenye edilmeden önce hava kuru rutubete (%12) getirilmiştir.

4.3.1 Emprenye Sonrası Rutubet Miktarları

Deney örneklerinin emprenye işleminden sonra tuttuğu rutubet miktarları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Deney örneklerinin gruplara göre empenye sonrası rutubet verileri.

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddesi	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,2	0,967
			Boraks	%13,6	0,890
			Çinko Klorür	%12,4**	1,717
		Basınç	Imersol Aqua	%114,3	3,923
			Boraks	%55,5	2,277
			Çinko Klorür	%65,1	6,356
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%20,9	0,990
			Boraks	%17,4	1,368
			Çinko Klorür	%15,7	1,347
		Basınç	Imersol Aqua	%143,9	5,728
			Boraks	%148,3	5,971
			Çinko Klorür	%90,7	1,328
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%30,9	2,803
			Boraks	%23,9	1,309
			Çinko Klorür	%19,6	1,654
		Basınç	Imersol Aqua	%140,0	2,922
			Boraks	%161,5*	6,695
			Çinko Klorür	%102,6	1,971
Doğu Kayını	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%22,2	1,845
			Boraks	%30,4	1,883
			Çinko Klorür	%21,5**	1,669
		Basınç	Imersol Aqua	%110,2	2,724
			Boraks	%111,5	4,415
			Çinko Klorür	%96,9	2,123
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%32,0	1,649
			Boraks	%30,1	1,030
			Çinko Klorür	%26,5	1,635
		Basınç	Imersol Aqua	%125,6	1,658
			Boraks	%123,9	2,863
			Çinko Klorür	%111,6	2,142
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%40,4	0,815
			Boraks	%34,7	2,607
			Çinko Klorür	%22,5	2,833
		Basınç	Imersol Aqua	%118,2	1,104
			Boraks	%129,7*	6,959
			Çinko Klorür	%115,6	3,897

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Sarıçam deney örneklerinde emprenye sonrası rutubet miktarı en fazla 6 Saat-Basınç-Boraks (%161,5) grubunda, en az 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (%12,4) grubunda çıkmıştır. Doğu Kayını örneklerinde ise, en fazla 6 Saat-Basınç-Boraks (%129,7), en az 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (%21,5) grubunda çıkmıştır.

Ağaç malzeme türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin emprenye sonrası rutubet miktarlarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4 Emprenye sonrası rutubet miktarlarına ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	2100,974	1	2100,974	213,877	0,000
Faktör B	23178,966	2	11589,483	1179,799	0,000
Faktör C	514886,761	1	514886,761	52415,03	0,000
Faktör D	14587,892	2	7293,946	742,517	0,000
AB	6635,392	2	3317,696	337,739	0,000
AC	1292,047	1	1292,047	131,529	0,000
BC	9221,079	2	4610,54	469,349	0,000
ABC	5126,028	2	2563,014	260,913	0,000
AD	3127,424	2	1563,712	159,185	0,000
BD	2689,916	4	672,479	68,458	0,000
ABD	4889,573	4	1222,393	124,439	0,000
CD	5481,587	2	2740,793	279,01	0,000
ACD	4440,693	2	2220,346	226,029	0,000
BCD	5645,004	4	1411,251	143,664	0,000
ABCD	3851,891	4	962,973	98,03	0,000
Hata	2121,825	216	9,823		
Toplam	1809740,532	252			
Düzeltilmiş Toplam	609277,052	251			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye Süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

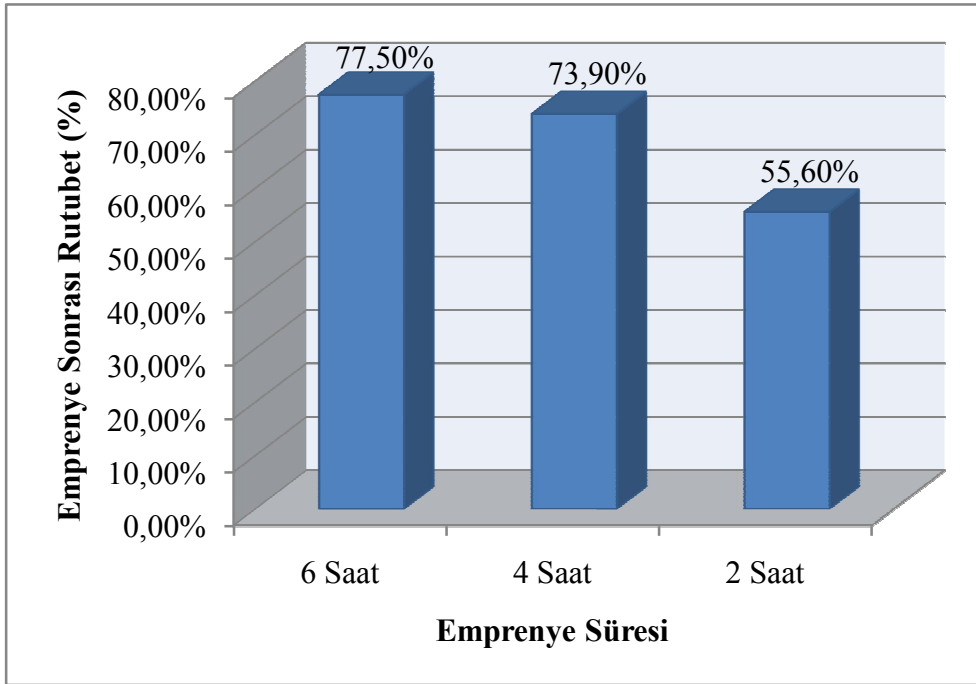
Deney örneklerinin emprenye sonrası rutubet miktarına faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye süresinin empenye sonrası rutubet üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5 Emprenye süresinin empenye sonrası rutubete etkisine ilişkin Duncan sonuçları.

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
6 Saat	%77,5	a
4 Saat	%73,9	b
2 Saat	%55,6	c
LSD: 3,4		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 6 saat'lik empenye süresinde (%77,5), en düşük değer 2 saat'lik empenye süresinde (%55,6) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda 2, 4 ve 6 saat'lik empenye süreleri farklı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenye süresinin empenye sonrası rutubet miktarına etkisi Şekil 4.1'de gösterilmiştir.



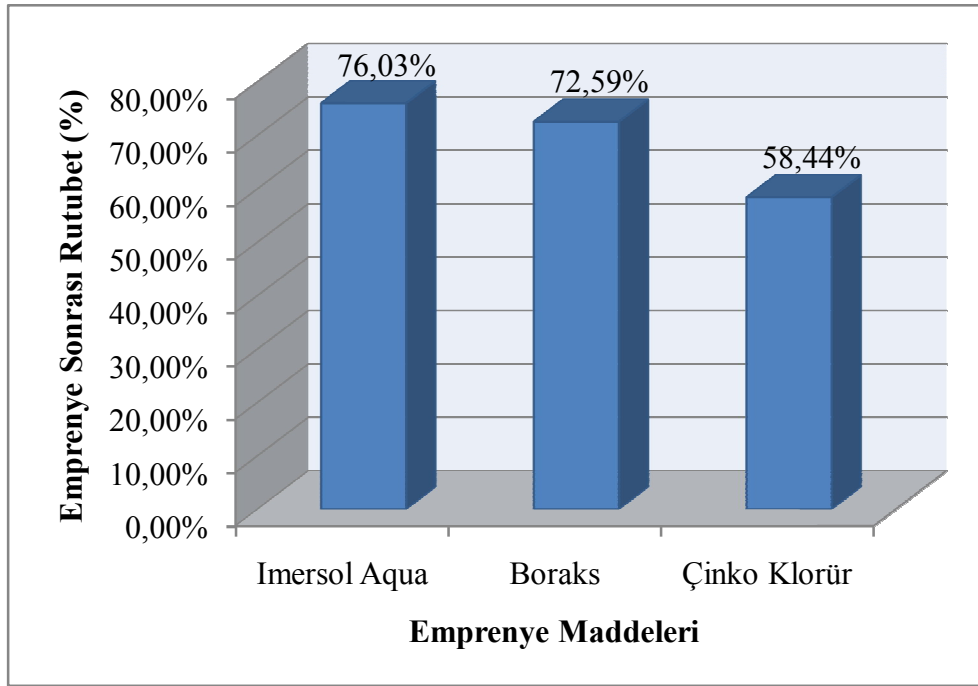
Şekil 4.1 Emprenye süresinin empenye sonrası rutubet miktarına etkisi (%).

Emprenye maddelerinin empenye sonrası rutubet üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6 Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubete etkisine ilişkin Duncan sonuçları.

Emprenye Maddesi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Imersol Aqua	%76,03	a
Boraks	%72,59	b
Çinko Klorür	%58,44	c
LSD: 3,2		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Imersol Aqua (%76,0), en düşük Çinko Klorür'de (%58,4) elde edilmiştir. Buna göre Çinko Klorür, Boraks ve Imersol Aqua farklı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubet miktarına etkisi Şekil 4.2'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Emprenye maddelerinin emprenye sonrası rutubet miktarına etkisi (%).

4.3.2 Deneme Sırasındaki Rutubet Miktarları

Deney örneklerinin deneme sırasında tuttuğu rutubet miktarları Çizelge 4.7'de verilmiştir.

Çizelge 4.7 Deney örneklerinin gruplara göre deneme sırasındaki rutubet verileri.

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%12,8**	0,925
			Boraks	%13,3	0,314
			Çinko Klorür	%13,6	0,269
		Basınç	Imersol Aqua	%13,6	0,260
			Boraks	%14,3	1,090
			Çinko Klorür	%14,1	2,052
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,5	1,060
			Boraks	%13,5	0,397
			Çinko Klorür	%13,0	3,232
		Basınç	Imersol Aqua	%13,2	0,355
			Boraks	%14,7	0,679
			Çinko Klorür	%15,4	1,268
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,2	0,315
			Boraks	%13,7	0,443
			Çinko Klorür	%13,0	1,187
Basınç		Imersol Aqua	%13,8	0,837	
		Boraks	%15,0	1,401	
		Çinko Klorür	%15,9*	0,850	
Doğu Kayını	2 saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,0	0,227
			Boraks	%16,5	2,756
			Çinko Klorür	%12,9**	0,482
		Basınç	Imersol Aqua	%13,8	0,445
			Boraks	%15,2	1,260
			Çinko Klorür	%14,1	0,736
	4 saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,0	0,090
			Boraks	%13,5	0,458
			Çinko Klorür	%13,5	0,675
		Basınç	Imersol Aqua	%14,6	0,916
			Boraks	%12,9	2,099
			Çinko Klorür	%14,2	0,974
	6 saat	Daldırma	Imersol Aqua	%13,5	0,400
			Boraks	%13,2	0,589
			Çinko Klorür	%13,6	0,276
Basınç		Imersol Aqua	%14,7	1,311	
		Boraks	%18,4*	1,831	
		Çinko Klorür	%14,1	0,570	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Sarıçam deney örneklerinde deneme sırasındaki rutubet miktarı en fazla 6 Saat-Basınç-Çinko Klorür (%15,9) grubunda, en az 2 Saat-Daldırma-İmersol Aqua (%12,8) grubunda çıkmıştır. Doğu Kayını deney örneklerinde ise, en fazla 6 Saat-Basınç-Boraks (%18,4) grubunda, en az 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (%12,9) grubunda çıkmıştır.

Ağaç malzeme türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin deneme sırasındaki rutubet miktarlarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir.

Çizelge 4.8 Deneme sırasındaki rutubet miktarları çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	5,075	1	5,075	3,76	0,054
Faktör B	15,411	2	7,706	5,709	0,004
Faktör C	74,807	1	74,807	55,424	0,000
Faktör D	40,797	2	20,399	15,113	0,000
AB	8,789	2	4,394	3,256	0,04
AC	0,306	1	0,306	0,227	0,635
BC	24,229	2	12,115	8,976	0,000
ABC	4,795	2	2,398	1,776	0,172
AD	19,208	2	9,604	7,116	0,001
BD	24,034	4	6,008	4,452	0,002
ABD	24,815	4	6,204	4,596	0,001
CD	3,163	2	1,582	1,172	0,312
ACD	9,709	2	4,854	3,597	0,029
BCD	25,933	4	6,483	4,803	0,001
ABCD	49,868	4	12,467	9,237	0,000
Hata	291,539	216	1,35		
Toplam	50433,121	252			
Düzeltilmiş Toplam	622,478	251			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

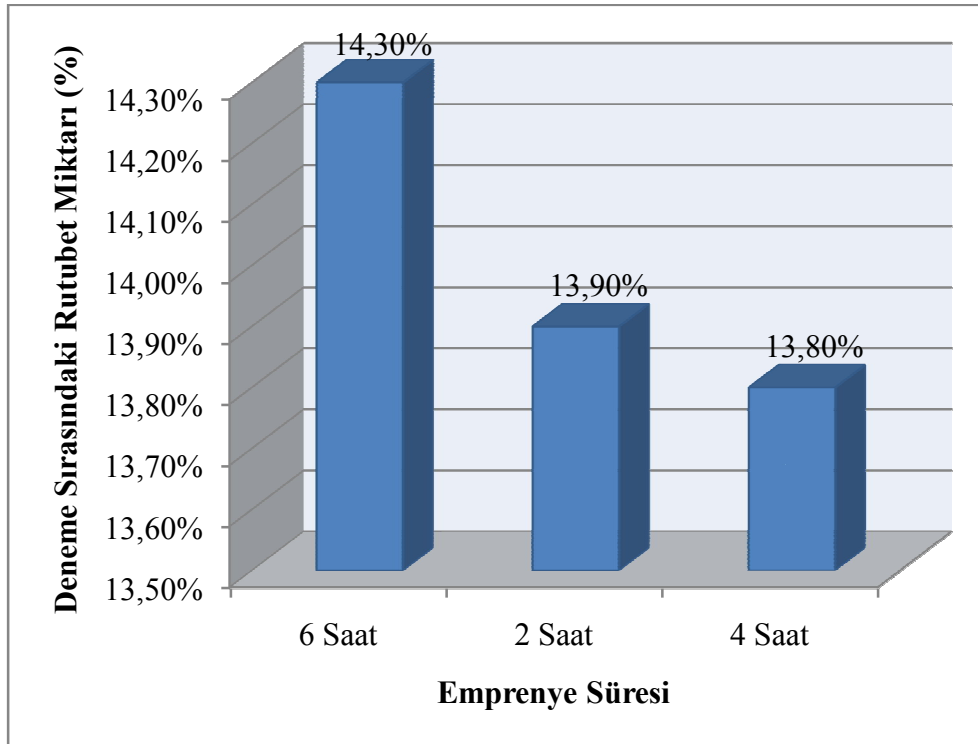
Deney örneklerinin deneme sırasındaki rutubet miktarına faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubet üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.9 Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubet etkisine ilişkin Duncan sonuçları.

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
6 Saat	%14,3	a
2 Saat	%13,9	b
4 Saat	%13,8	b
LSD: 0.3		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 6 saat’lik emprenye süresinde (%14,3), en düşük 4 saat’lik emprenye süresinde (%13,8) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda 2 ve 4 saat’lik emprenye süreleri arasında önemli bir fark bulunmamıştır. 6 Saat’lik emprenye süresi ise daha yüksek rutubet oranı sağlamıştır. Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubet miktarına etkisi Şekil 4.3’te gösterilmiştir.



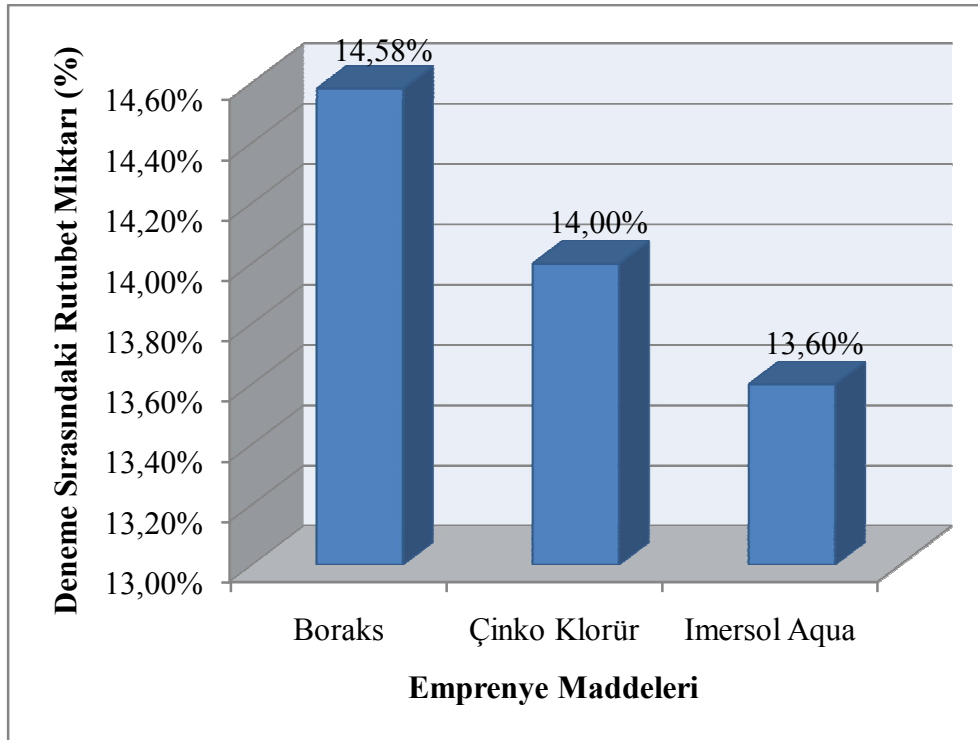
Şekil 4.3 Emprenye süresinin deneme sırasındaki rutubet miktarına etkisi (%).

Emprenye maddelerinin deneme sırasındaki rutubet üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiştir.

Çizelge 4.10 Emprenye maddelerinin deneme sırasındaki rutubet etkisine ilişkin Duncan sonuçları.

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Boraks	%14,58	a
Çinko Klorür	%14,00	b
Imersol Aqua	%13,60	c
LSD: 0,38		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Boraks (%14,5), en düşük Imersol Aqua’da (%13,6) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda Çinko Klorür, Boraks ve Imersol Aqua arasında istatistiksel anlamda farklı rutubet oranları tespit edilmiştir. Emprenye maddelerinin deneme sırasındaki rutubet miktarına etkisi Şekil 4.4’te gösterilmektedir.



Şekil 4.4 Emprenye maddelerinin deneme sırasındaki rutubet miktarına etkisi (%).

4.4 RETENSİYON MİKTARI

Emprenye maddelerinin ağaç malzeme üzerindeki tutunma miktarları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11 Emprenye maddelerinin retensiyon miktarları (kg/m³).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	2,16	0,249
			Boraks	1,73**	0,166
			Çinko Klorür	2,11	0,375
		Basınç	Imersol Aqua	20,17	0,633
			Boraks	11,88	0,611
			Çinko Klorür	13,06	0,535
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	3,59	0,507
			Boraks	2,77	0,229
			Çinko Klorür	3,20	0,411
		Basınç	Imersol Aqua	29,86	1,332
			Boraks	30,05	0,536
			Çinko Klorür	30,28	1,081
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	5,85	0,309
			Boraks	3,27	0,438
			Çinko Klorür	3,65	0,263
Basınç		Imersol Aqua	29,04	0,906	
		Boraks	31,83	1,419	
		Çinko Klorür	32,12*	1,270	
Doğu Kayını	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	3,81	0,455
			Boraks	3,22**	0,282
			Çinko Klorür	3,77	0,463
		Basınç	Imersol Aqua	28,91	0,499
			Boraks	23,13	0,611
			Çinko Klorür	23,19	1,005
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	6,99	0,499
			Boraks	3,34	0,398
			Çinko Klorür	3,78	0,493
		Basınç	Imersol Aqua	30,05	0,629
			Boraks	30,11	0,837
			Çinko Klorür	30,34	1,084
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	8,70	0,708
			Boraks	5,66	0,269
			Çinko Klorür	6,13	0,567
Basınç		Imersol Aqua	31,48	0,391	
		Boraks	32,07	0,920	
		Çinko Klorür	32,37*	0,414	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Sarıçam örneklerinde en yüksek retensiyon miktarı 6 Saat-Basınç-Çinko Klorür (32,12 kg/m³) grubundan, en düşük 2 Saat-Daldırma-Boraks (1,73 kg/m³) grubundan elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek retensiyon miktarı 6 Saat-Basınç-Çinko Klorür (32,37 kg/m³) grubundan, en düşük 2 Saat-Daldırma-Boraks (3,22 kg/m³) grubunda elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin retensiyon miktarlarına etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiştir.

Çizelge 4.12 Retensiyon miktarı çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	494,76	1	494,76	1051,891	0,000
Faktör B	2346,281	2	1173,141	2494,168	0,000
Faktör C	33688,153	1	33688,153	71623,06	0,000
Faktör D	147,852	2	73,926	157,171	0,000
AB	297,025	2	148,513	315,747	0,000
AC	51,716	1	51,716	109,952	0,000
BC	1083,918	2	541,959	1152,238	0,000
ABC	346,673	2	173,336	368,524	0,000
AD	5,521	2	2,761	5,869	0,003
BD	105,26	4	26,315	55,947	0,000
ABD	17,551	4	4,388	9,329	0,000
CD	0,132	2	6,58E-02	0,14	0,87
ACD	3,885	2	1,942	4,13	0,017
BCD	309,627	4	77,407	164,571	0,000
ABCD	14,521	4	3,63	7,718	0,000
Hata	101,596	216	0,47		
Toplam	100806,327	252			
Düzeltilmiş Toplam	39014,472	251			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

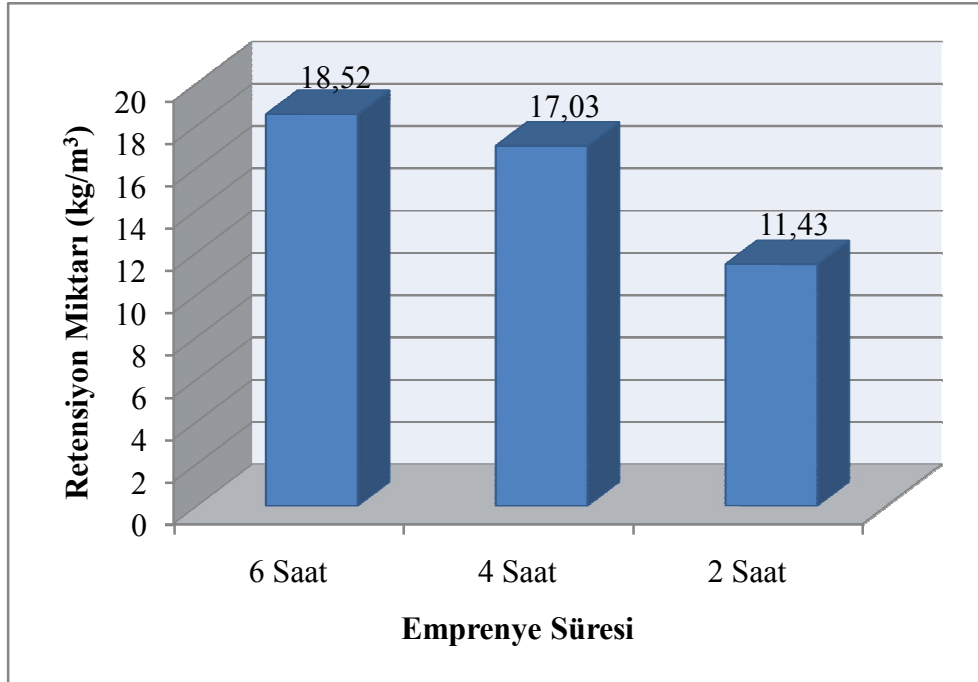
Deney örneklerinin retensiyon miktarına faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacı ile verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13 Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (kg/m³).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
6 Saat	18,52	a
4 Saat	17,03	b
2 Saat	11,43	c
LSD: 1,46		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 6 Saat'lik emprenye süresinde (18,52 kg/m³), en düşük 2 Saat'lik emprenye süresinde (11,43 kg/m³) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda 2, 4 ve 6 saat'lik emprenye süreleri istatistiksel anlamda farklı retensiyon miktarları vermiştir. Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisi Şekil 4.5'te gösterilmiştir.



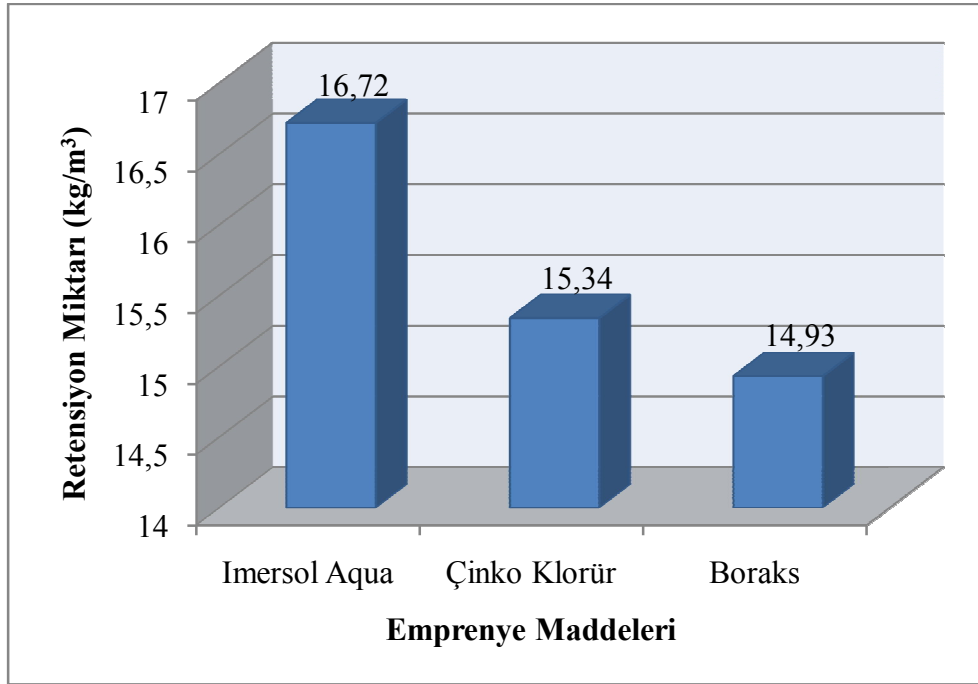
Şekil 4.5 Emprenye süresinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisi (kg/m³).

Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14 Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (kg/m³).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Imersol Aqua	16,72	a
Çinko Klorür	15,34	b
Boraks	14,93	c
LSD: 0,39		

Yapılan Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Imersol Aqua (16,72 kg/m³), en düşük Boraks'ta (14,93 kg/m³) elde edilmiştir. Buna göre Çinko Klorür, Boraks ve Imersol Aqua istatistiksel anlamda farklı homojenlik grubunda yer almaktadır. Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkileri Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4.6 Emprenye maddelerinin retensiyon miktarı üzerindeki etkileri (kg/m³).

4.5 HAVA KURUSU YOĞUNLUK

Emprenye edilmiş ağaç malzeme ve işlemsiz (kontrol) ağaç malzemelerin hava kurusu yoğunluklarına ait istatistik değerler Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15 Hava kurusu yoğunluk değerleri (g/cm³).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	0,46	0,013
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,46	0,0219
			Boraks	0,46	0,020
			Çinko Klorür	0,67*	0,019
		Basınç	Imersol Aqua	0,47	0,019
			Boraks	0,47	0,026
			Çinko Klorür	0,47	0,014
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,48	0,023
			Boraks	0,46**	0,014
			Çinko Klorür	0,47	0,013
		Basınç	Imersol Aqua	0,47	0,009
			Boraks	0,47	0,016
			Çinko Klorür	0,49	0,022
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,46	0,027
			Boraks	0,46	0,030
			Çinko Klorür	0,46	0,009
		Basınç	Imersol Aqua	0,48	0,034
			Boraks	0,48	0,023
Çinko Klorür			0,49	0,031	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	0,67	0,025
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,66	0,021
			Boraks	0,66	0,025
			Çinko Klorür	0,66	0,037
		Basınç	Imersol Aqua	0,65	0,019
			Boraks	0,72	0,033
			Çinko Klorür	0,71	0,042
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,65**	0,020
			Boraks	0,67	0,016
			Çinko Klorür	0,67	0,021
		Basınç	Imersol Aqua	0,69	0,046
			Boraks	0,69	0,025
			Çinko Klorür	0,71	0,058
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,67	0,030
			Boraks	0,69	0,087
			Çinko Klorür	0,67	0,019
		Basınç	Imersol Aqua	0,65	0,024
			Boraks	0,72	0,021
Çinko Klorür			0,72*	0,044	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Sarıçam örneklerinde en yüksek hava kurusu yoğunluk 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (0,67 g/cm³) grubunda, en düşük 4 Saat-Daldırma-Boraks (0,46 g/cm³) grubunda elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek hava kurusu yoğunluk 6 Saat-Basınç-Çinko Klorür (0,72 g/cm³) grubunda, en düşük 4 Saat-Daldırma-Imersol Aqua (0,65 g/cm³) grubunda elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin hava kurusu yoğunluğa etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16 Hava kurusu yoğunluğu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	1,975	1	1,975	2142,856	0,000
Faktör B	7,34E-03	2	3,67E-03	3,984	0,02
Faktör C	6,91E-03	1	6,91E-03	7,503	0,007
Faktör D	4,44E-02	2	2,22E-02	24,066	0,000
AB	2,17E-02	2	1,09E-02	11,771	0,000
AC	2,48E-02	1	2,48E-02	26,913	0,000
BC	1,86E-02	2	9,29E-03	10,085	0,000
ABC	2,59E-02	2	1,30E-02	14,061	0,000
AD	2,57E-02	2	1,29E-02	13,964	0,000
BD	3,28E-02	4	8,19E-03	8,891	0,000
ABD	3,34E-02	4	8,34E-03	9,051	0,000
CD	6,70E-03	2	3,35E-03	3,633	0,028
ACD	2,65E-02	2	1,33E-02	14,387	0,000
BCD	4,22E-02	4	1,06E-02	11,458	0,000
ABCD	4,53E-02	4	1,13E-02	12,282	0,000
Hata	0,21	228	9,22E-04		
Toplam	94,527	266			
Düzeltilmiş Toplam	3,273	265			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

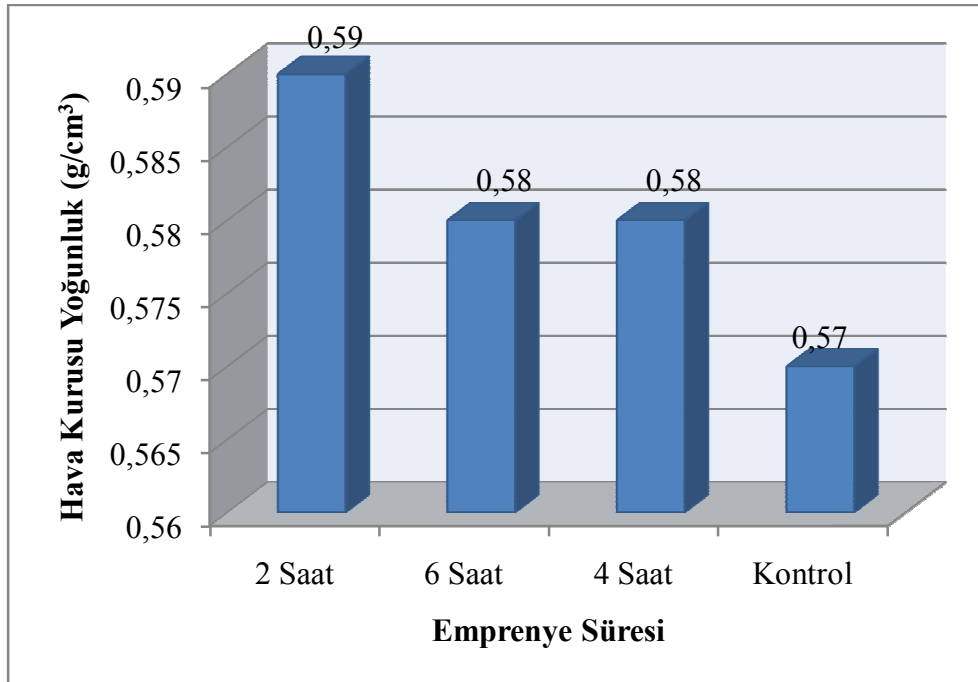
Deney örneklerinin hava kurusu yoğunluklarına faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacı ile verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye süresinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17 Emprenye süresinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (g/cm³).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
2 Saat	0,59	a
6 Saat	0,58	a
4 Saat	0,58	ab
Kontrol	0,57	b
LSD: 0,009		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 2 Saat’lik emprenye süresinde (0,59 g/cm³), en düşük kontrol (0,57 g/cm³) grubunda elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda kontrol grubu ve 6 saat’lik emprenye süresinde emprenye edilen örnekler istatistiksel anlamda birbirlerinden farklı, 2 saat ve 6 saat’lik emprenye süreleri birbiriyle aynı, 4 Saat’lik emprenye süresi ise 2 ve 6 saat’lik emprenye süresi örneklerine yakın değerler vermiştir. Emprenye süresinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisi Şekil 4.7’de gösterilmiştir.



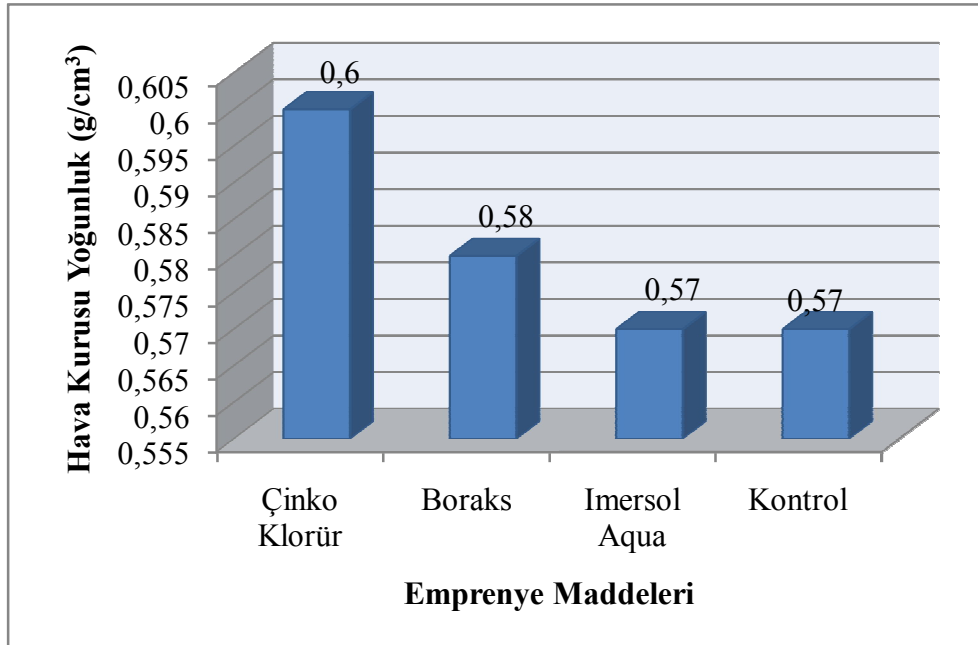
Şekil 4.7 Emprenye süresinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisi (g/cm³).

Emprenye maddelerinin hava kuru yoğunluk üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.18 Emprenye maddelerinin hava kuru yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (g/cm³).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Çinko Klorür	0,60	a
Boraks	0,58	b
Imersol Aqua	0,57	c
Kontrol	0,57	c
LSD: 0,009		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Çinko Klorür (0,60 g/cm³), en düşük kontrol (0,57 g/cm³) grubunda elde edilmiştir. Buna göre Kontrol grubu, Boraks ve Çinko Klorür farklı değerler verirken, Imersol Aqua ise Kontrol grubuyla yakın değerler vermiştir. Emprenye maddelerinin hava kuru yoğunluk üzerindeki etkileri Şekil 4.8’de gösterilmektedir.



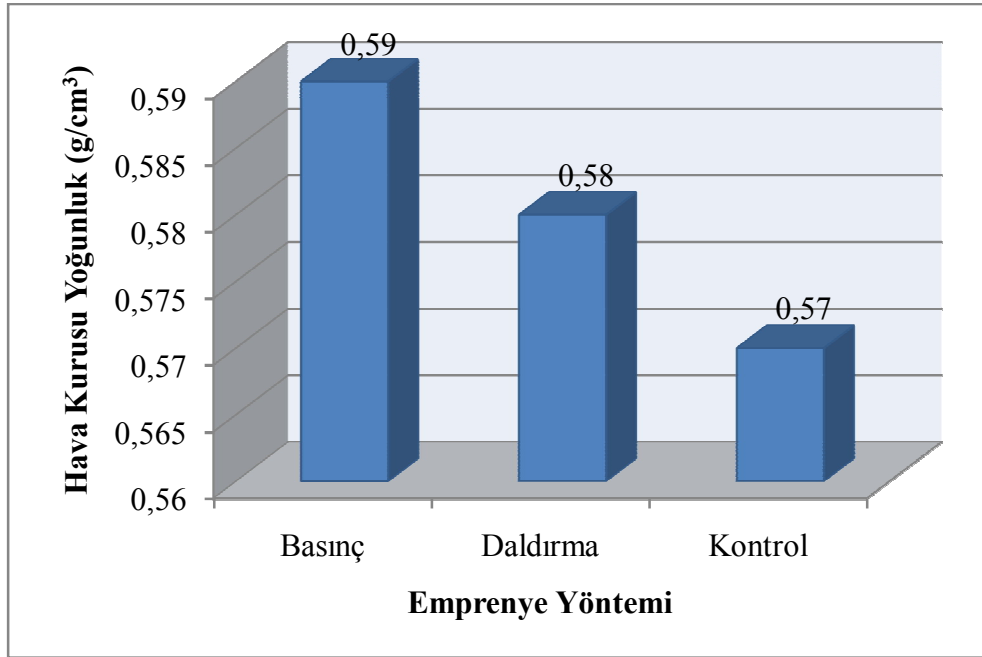
Şekil 4.8 Emprenye maddelerinin hava kuru yoğunluk üzerindeki etkileri (g/cm³).

Emprenye yöntemlerinin hava kuru yoğunluk üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.19’de verilmiştir.

Çizelge 4.19 Emprenye yöntemlerinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (g/cm³).

Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	0,59	a
Daldırma	0,58	ab
Kontrol	0,57	b
LSD: 0,009		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Basınç (0,60 g/cm³), en düşük Kontrol (0,57 g/cm³) grubunda elde edilmiştir. Buna göre Kontrol grubu ve Basınç yöntemi istatistiksel anlamda birbirinden farklı değerler verirken, Daldırma yöntemi Basınç yöntemiyle yakın değerler vermektedir. Emprenye maddelerinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkileri Şekil 4.9’da gösterilmektedir.



Şekil 4.9 Emprenye yöntemlerinin hava kurusu yoğunluk üzerindeki etkileri (g/cm³).

4.6 MEKANİK ÖZELLİKLER

4.6.1 Eğilme Direnci

Yapılan ölçümlerde elde edilen ortalama eğilme direnci değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20 Ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	77,93	4,122
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	75,63	7,682
			Boraks	81,50*	6,853
			Çinko Klorür	75,68	7,595
		Basınç	Imersol Aqua	75,04	7,911
			Boraks	80,84	7,811
			Çinko Klorür	75,24	5,448
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	74,55	5,720
			Boraks	78,92	5,755
			Çinko Klorür	74,80	10,609
		Basınç	Imersol Aqua	74,95	7,354
			Boraks	81,11	10,517
			Çinko Klorür	76,13	5,569
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	79,51	7,089
			Boraks	77,88	9,565
			Çinko Klorür	75,23	5,369
		Basınç	Imersol Aqua	74,55	5,759
			Boraks	74,21**	13,338
Çinko Klorür			78,07	12,840	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	121,25	13,460
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	105,68	16,102
			Boraks	109,49	17,575
			Çinko Klorür	123,90*	9,621
		Basınç	Imersol Aqua	105,43	7,949
			Boraks	115,86	22,729
			Çinko Klorür	115,01	12,492
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	123,54	5,305
			Boraks	114,05	30,283
			Çinko Klorür	115,39	12,237
		Basınç	Imersol Aqua	105,34	11,497
			Boraks	119,74	5,711
			Çinko Klorür	105,41	18,971
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	123,31	8,160
			Boraks	116,35	17,330
			Çinko Klorür	114,34	17,458
		Basınç	Imersol Aqua	95,89**	8,368
			Boraks	116,89	6,819
Çinko Klorür			118,83	23,178	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Sarıçam örneklerinde en yüksek eğilme direnci 2 Saat-Daldırma-Boraks (81,50 N/mm²) grubunda, en düşük 6 Saat-Basınç-Boraks (74,21 N/mm²) grubunda elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek eğilme direnci 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (123,90 N/mm²) grubunda, en düşük 6 Saat-Basınç-Imersol Aqua (95,89 N/mm²) grubunda elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin eğilme direncine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Eğilme direnci değerlerine ait çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	68922,914	1	68922,914	453,307	0,000
Faktör B	10,908	2	5,454	0,036	0,965
Faktör C	509,611	1	509,611	3,352	0,068
Faktör D	856,906	2	428,453	2,818	0,062
AB	70,063	2	35,032	0,23	0,794
AC	378,403	1	378,403	2,489	0,116
BC	165,989	2	82,994	0,546	0,58
ABC	190,277	2	95,138	0,626	0,536
AD	317,691	2	158,846	1,045	0,353
BD	633,662	4	158,416	1,042	0,386
ABD	849,491	4	212,373	1,397	0,236
CD	1138,554	2	569,277	3,744	0,025
ACD	907,852	2	453,926	2,985	0,052
BCD	1135,393	4	283,848	1,867	0,117
ABCD	505,392	4	126,348	0,831	0,507
Hata	34666,186	228	152,045		
Toplam	2558167,915	266			
Düzeltilmiş Toplam	134012,759	265			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

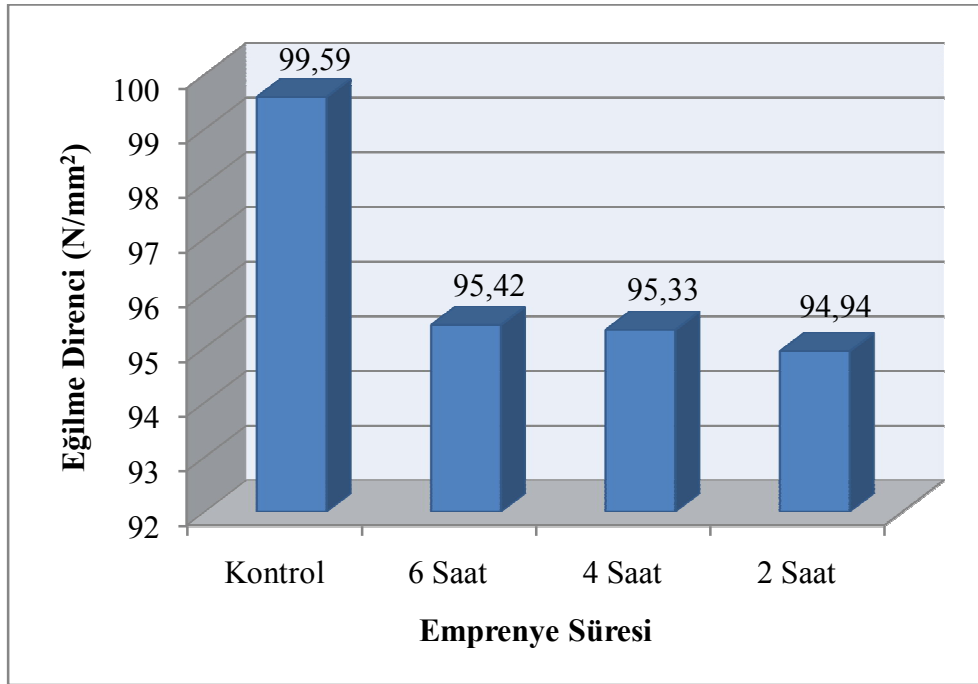
Deney örneklerinin eğilme direncine faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmamıştır. Sadece Yöntem-Emprenye etkileşimi önemli çıkmıştır. Ancak gruplar arasındaki sıralamayı belirlemek için verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye uygulama süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisiyle oluşabilecek sıralamayı belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22 Emprenye süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	99,59	a
6 Saat	95,42	a
4 Saat	95,33	a
2 Saat	94,94	a
LSD: 4,50		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer kontrol (99,59 N/mm²) grubunda, en düşük değer 2 Saat’lik emprenye süresinde (94,94 N/mm²) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda kontrol, 2, 4 ve 6 Saat’lik emprenye süreleri arasında önemli bir fark bulunamamıştır. Emprenye süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisi Şekil 4.10’da gösterilmiştir.



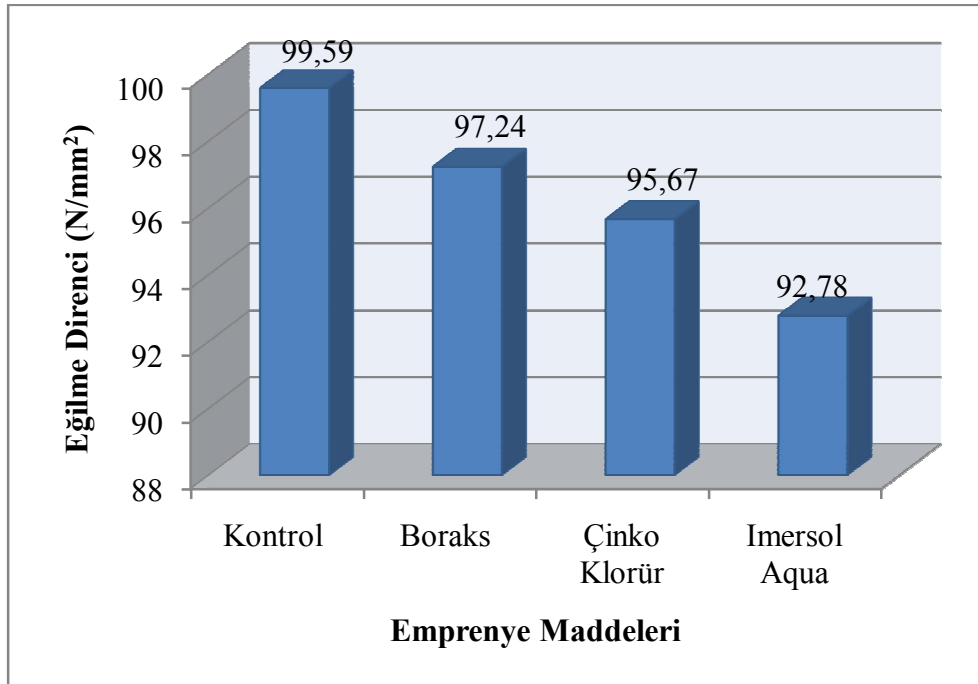
Şekil 4.10 Emprenye süresinin eğilme direnci üzerindeki etkisi (N/mm²).

Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki sıralamaya etkisini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.23’te verilmiştir.

Çizelge 4.23 Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	99,59	a
Boraks	97,24	ab
Çinko Klorür	95,67	ab
Imersol Aqua	92,78	b
LSD: 3,70		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer kontrol örneklerinde (99,59 N/mm²), en düşük Imersol Aqua (92,78 N/mm²) emprenyesinde elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda Imersol Aqua ve kontrol örnekleri istatistiksel anlamda birbirlerinden farklı değerler verirken Çinko Klorür ve Boraks yakın değerler vermiştir. Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.11’de gösterilmektedir.



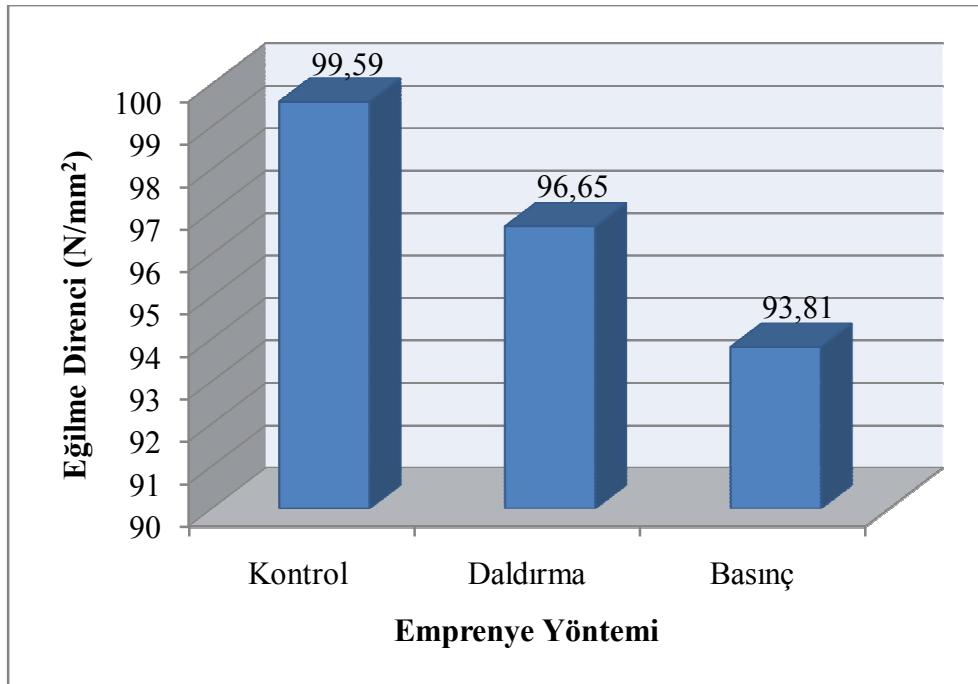
Şekil 4.11 Emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerindeki etkisi (N/mm²).

Deney örneklerine uygulanan emprenye yönteminin eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.24’te verilmiştir.

Çizelge 4.24 Emprenye yönteminin eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	99,59	a
Daldırma	96,65	a
Basınç	93,81	a
LSD: 5,60		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek eğilme direnci değeri kontrol örneklerinde (99,59 N/mm²), en düşük Basınç (93,81 N/mm²) yönteminde elde edilmiştir. Buna göre Kontrol, Basınç ve Daldırma yöntemleri arasında bir fark yoktur. Emprenye yöntemlerinin eğilme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.12’de gösterilmektedir.



Şekil 4.12 Emprenye yöntemlerinin eğilme direnci üzerindeki etkileri (N/mm²).

4.6.2 Elastikiyet Modülü

Emprenyeli ve emprenyesiz örneklere uygulanan eğilme direncinden elde edilen ortalama elastikiyet modülü değerleri Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25 Ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	9272,88	866,032
	2 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	9053,64	1235,901
			Boraks	9734,86	624,450
			Çinko Klorür	8672,06	1448,517
		Basınç	İmersol Aqua	8748,54	1560,847
			Boraks	9302,40	1006,014
			Çinko Klorür	9538,34	622,969
	4 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	8579,35**	796,315
			Boraks	9682,93	420,948
			Çinko Klorür	9044,49	1352,486
		Basınç	İmersol Aqua	9644,71	416,372
			Boraks	10415,87*	815,273
			Çinko Klorür	9145,60	1240,392
	6 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	9409,94	790,368
			Boraks	9699,68	1537,821
			Çinko Klorür	8915,07	930,735
		Basınç	İmersol Aqua	8960,58	669,869
			Boraks	9522,11	1422,759
Çinko Klorür			9637,04	2090,904	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	13002,49	1264,515
	2 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	11270,52	1814,813
			Boraks	11873,09	1942,893
			Çinko Klorür	12777,12	946,590
		Basınç	İmersol Aqua	11855,88	852,881
			Boraks	13283,06	2677,584
			Çinko Klorür	12617,26	1355,523
	4 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	12950,39	590,518
			Boraks	13623,75*	1038,744
			Çinko Klorür	13139,32	1357,418
		Basınç	İmersol Aqua	12132,98	1257,927
			Boraks	12869,28	1009,338
			Çinko Klorür	12020,11	2476,407
	6 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	13326,06	1029,270
			Boraks	12238,81	1618,553
			Çinko Klorür	12148,68	1742,825
		Basınç	İmersol Aqua	11150,94**	1223,517
			Boraks	13053,10	1289,759
Çinko Klorür			12897,31	2341,144	

*: Ağaç türüne için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Eğilme direnci deneyi anında Sarıçam örneklerinde en yüksek elastikiyet modülü 4 Saat-Basınç-Boraks'lı örneklerde (10415,87 N/mm²), en düşük 4 Saat-Daldırma-Imersol Aqua ile işlem gören örneklerde (8579,35 N/mm²) elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek elastikiyet modülü 4 Saat-Daldırma-Boraks'lı örneklerde (13623,75 N/mm²), en düşük 6 Saat-Basınç-Imersol Aqua ile işlem gören örneklerde (11150,94 N/mm²) elde edilmiştir.

Eğilmede elastikiyet modülü için deneylerde elde edilen verilerde ağaç malzeme türü, empenye süresi, yöntem ve empenye maddesi çeşitlerinin elastikiyet modülüne etkisini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Çizelge 4.26 Elastikiyet modülü çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	519976730,3	1	519976730,3	278,377	0,000
Faktör B	5964478,671	2	2982239,335	1,597	0,205
Faktör C	83512,525	1	83512,525	0,045	0,833
Faktör D	19844122,72	2	9922061,362	5,312	0,006
AB	964116,329	2	482058,165	0,258	0,773
AC	2507403,78	1	2507403,78	1,342	0,248
BC	2688628,137	2	1344314,069	0,72	0,488
ABC	11775984,33	2	5887992,163	3,152	0,045
AD	1925430	2	962715	0,515	0,598
BD	5616729,82	4	1404182,455	0,752	0,558
ABD	1641509,408	4	410377,352	0,22	0,927
CD	4743056,301	2	2371528,151	1,27	0,283
ACD	5734790,231	2	2867395,116	1,535	0,218
BCD	13637958,62	4	3409489,656	1,825	0,125
ABCD	8768539,389	4	2192134,847	1,174	0,323
Hata	425877477,9	228	1867883,675		
Toplam	32962289600	266			
Düzeltilmiş Toplam	1204456028	265			
Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye					

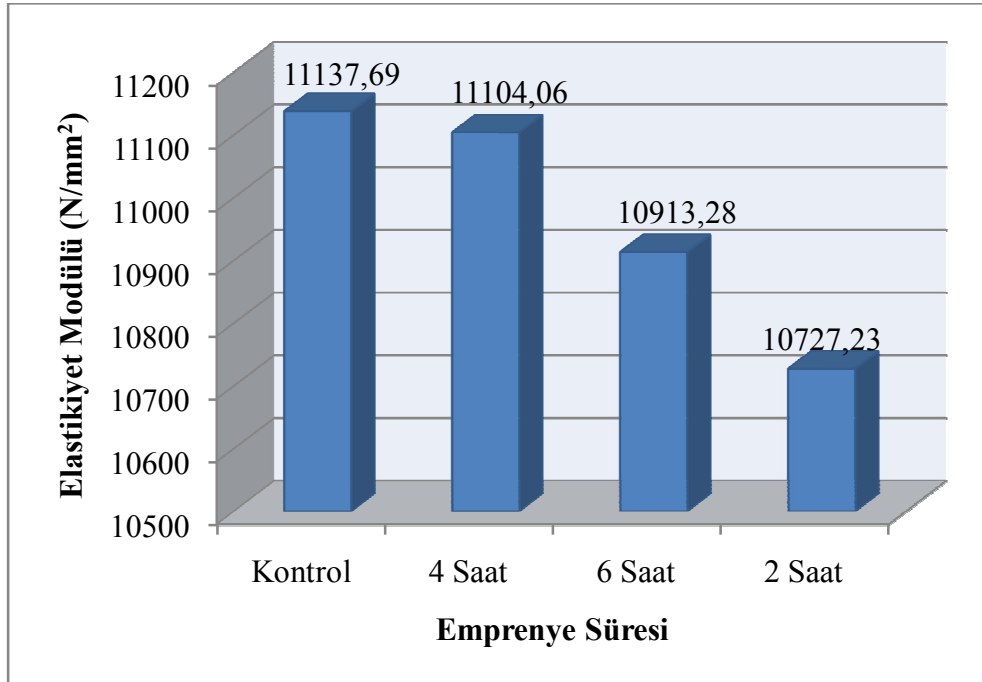
Ağaç türü uygulama süresi ve empenye çeşidinin elastikiyet modülüne etkisini belirlemek için uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacı ile elde edilen verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Diğer faktör etkileşimleri önemsiz çıkmıştır. Ancak bu faktörleri kendi içinde sıralamak ve emprenye uygulama süresinin elastikiyet modülüne etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.27’de verilmiştir.

Çizelge 4.27 Emprenye süresinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	11137,69	a
4 Saat	11104,06	a
6 Saat	10913,28	a
2 Saat	10727,23	a
LSD: 224,25		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Kontrol (11137,69 N/mm²) grubunda, en düşük 2 Saat’lik emprenye süresinde (10727,23 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre emprenye uygulama süreleri arasında istatistiksel ($\alpha=0,05$) bir önem yoktur. Emprenye süresinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisi Şekil 4.13’te gösterilmiştir.



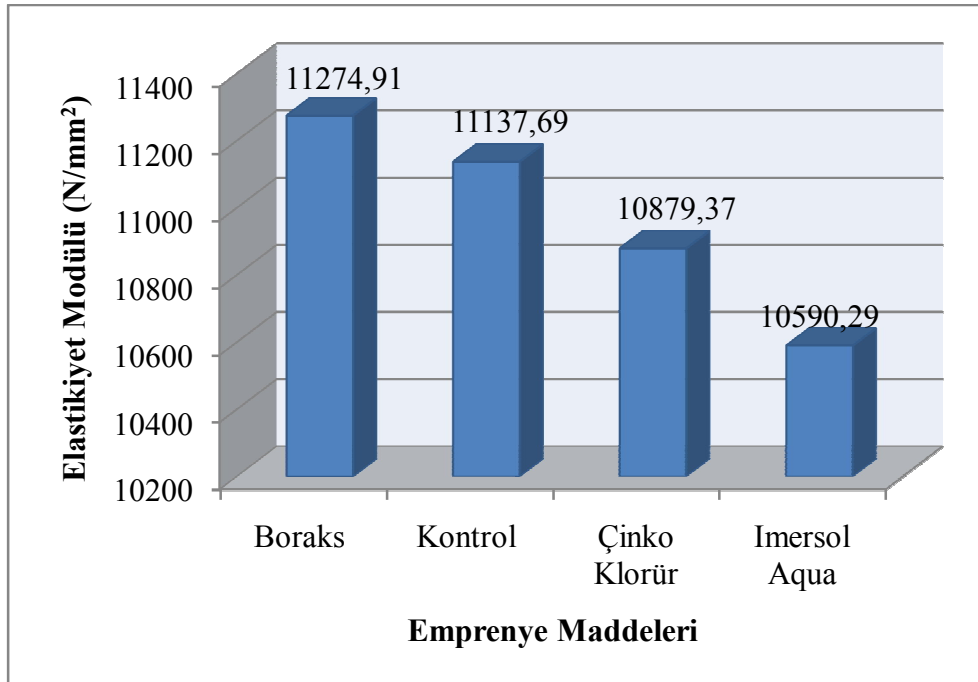
Şekil 4.13 Emprenye süresinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisi (N/mm²).

Emprenye maddelerinin elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel anlamda önemsiz ($\alpha=0,05$) çıkmıştır. Ancak emprenye maddelerinin elastikiyet modülüne etkilerini sıralamak için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.28’de verilmiştir.

Çizelge 4.28 Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Boraks	11274,91	a
Kontrol	11137,69	ab
Çinko Klorür	10879,37	ab
Imersol Aqua	10590,29	b
LSD: 3,70		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek değer Borakslı örneklerde (11274,91 N/mm²), en düşük Imersol Aqua ile işlem gören örneklerde (10590,29 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre emprenye maddelerinin eğilmede elastikiyet modülüne etkileri istatistiksel ($\alpha=0,05$) olarak önemsiz çıkmıştır. Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri Şekil 4.14’te gösterilmektedir.



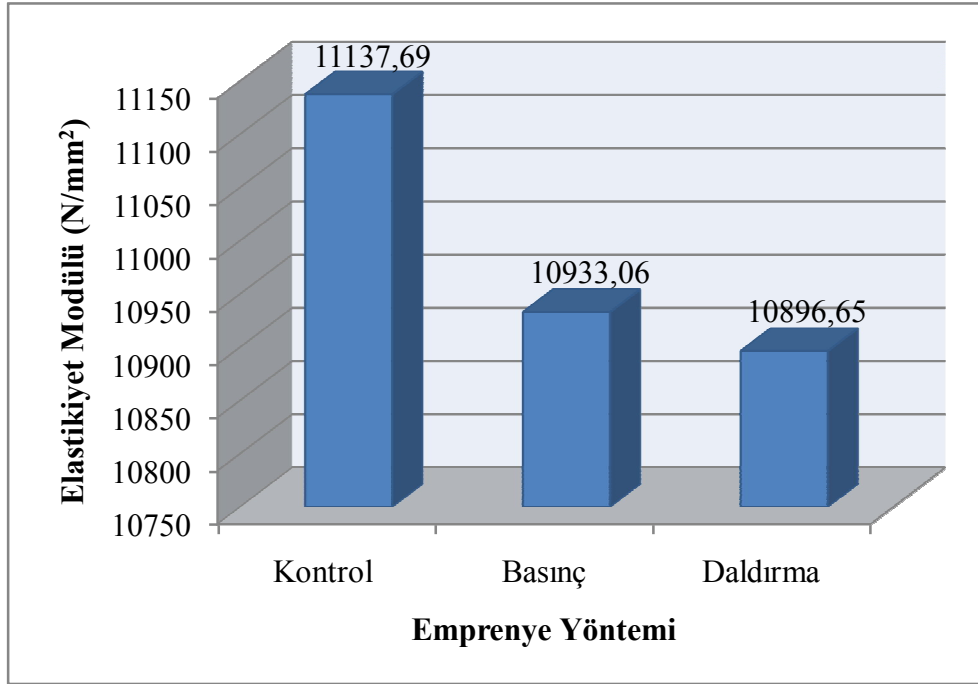
Şekil 4.14 Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri (N/mm²).

Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülüne etkisi istatistiksel anlamda ($\alpha=0.05$) önemsiz çıkmıştır. Ancak emprenye maddelerinin elastikiyet modülüne etkilerini sıralamak için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.29’da verilmiştir.

Çizelge 4.29 Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Yöntemleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	11137,69	a
Basınç	10933,06	a
Daldırma	10896,65	a
LSD: 239,50		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek değer Kontrol örneklerinde (11137,69 N/mm²), en düşük Daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (10896,65 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre emprenye yöntemlerinin eğilmede elastikiyet modülüne etkileri istatistiksel ($\alpha=0,05$) olarak önemsiz çıkmıştır. Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri Şekil 4.15’te gösterilmektedir.



Şekil 4.15 Emprenye yöntemlerinin elastikiyet modülü üzerindeki etkileri (N/mm²).

4.6.3 Liflere Paralel Yönde Çekme Direnci

Deney örneklerinin liflere paralel çekme direnci ortalama değerleri Çizelge 4.30'da verilmiştir.

Çizelge 4.30 Ortalama çekme direnci değerleri (N/mm²).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	11386,84**	3248,835
	2 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	12047,97	4535,120
			Boraks	15158,27	1902,943
			Çinko Klorür	16353,8	2251,273
		Basınç	İmersol Aqua	15327,21	3629,075
			Boraks	13403,58	2477,794
			Çinko Klorür	13728,55	2846,942
	4 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	16239,5	2713,404
			Boraks	12905,36	2962,896
			Çinko Klorür	13239,72	3592,776
		Basınç	İmersol Aqua	14391,35	2374,678
			Boraks	11758,92	1923,563
			Çinko Klorür	15635,71*	3270,299
	6 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	13286,38	3293,845
			Boraks	13292,86	3512,503
			Çinko Klorür	12378,05	1511,926
		Basınç	İmersol Aqua	11742,18	4000,824
			Boraks	12716,75	2156,128
Çinko Klorür			12470,75	5785,638	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	16334,61*	4185,279
	2 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	15457,6	2822,324
			Boraks	14875,90	4369,846
			Çinko Klorür	10766,74**	4286,643
		Basınç	İmersol Aqua	15062,94	4061,245
			Boraks	16179,02	2727,407
			Çinko Klorür	14218,09	4968,522
	4 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	15597,56	4679,184
			Boraks	15688,16	3568,375
			Çinko Klorür	13746,42	4416,842
		Basınç	İmersol Aqua	11686,61	4617,068
			Boraks	14768,53	4370,117
			Çinko Klorür	13149,55	2649,425
	6 Saat	Daldırma	İmersol Aqua	15904,02	1763,801
			Boraks	15677,24	4335,505
			Çinko Klorür	14070,54	5829,374
		Basınç	İmersol Aqua	15185,92	3062,214
			Boraks	15495,32	2433,022
Çinko Klorür			14077,45	5630,246	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Deney örneklerinden elde edilen verilere göre Sarıçam örneklerinde en yüksek liflere paralel çekme direnci 4 Saat-Basınç-Çinko Klorür (15635,71 N/mm²) grubunda, en düşük Kontrol (11386,84 N/mm²) örneklerinde elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek değer Kontrol (16334,614 N/mm²) örneklerinde, en düşük 2 Saat-Daldırma-Çinko Klorür (10766,74 N/mm²) grubunda elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, empenye süresi, yöntem ve empenye maddesi çeşitlerinin liflere paralel çekme direncine etkisini belirlemek amacıyla yapılan çoklu varyans analiz sonuçları Çizelge 4.31’de verilmiştir.

Çizelge 4.31 Çekme direnci çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	129875512,3	1	129875512,3	9,64	0,002
Faktör B	11665796,81	2	5832898,407	0,433	0,649
Faktör C	6290150,664	1	6290150,664	0,467	0,495
Faktör D	25447057,71	2	12723528,85	0,944	0,39
AB	76441220,29	2	38220610,15	2,837	0,061
AC	606552,329	1	606552,329	0,045	0,832
BC	26064925,46	2	13032462,73	0,967	0,382
ABC	31139839,3	2	15569919,65	1,156	0,317
AD	86958368,88	2	43479184,44	3,227	0,041
BD	17066451,96	4	4266612,989	0,317	0,867
ABD	78528763,4	4	19632190,85	1,457	0,216
CD	19692474,44	2	9846237,221	0,731	0,483
ACD	26597407,75	2	13298703,87	0,987	0,374
BCD	45221616,84	4	11305404,21	0,839	0,502
ABCD	70949234,31	4	17737308,58	1,317	0,265
Hata	3071642992	228	13472118,39		
Toplam	56533410277	266			
Düzeltilmiş Toplam	3727669384	265			
Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye					

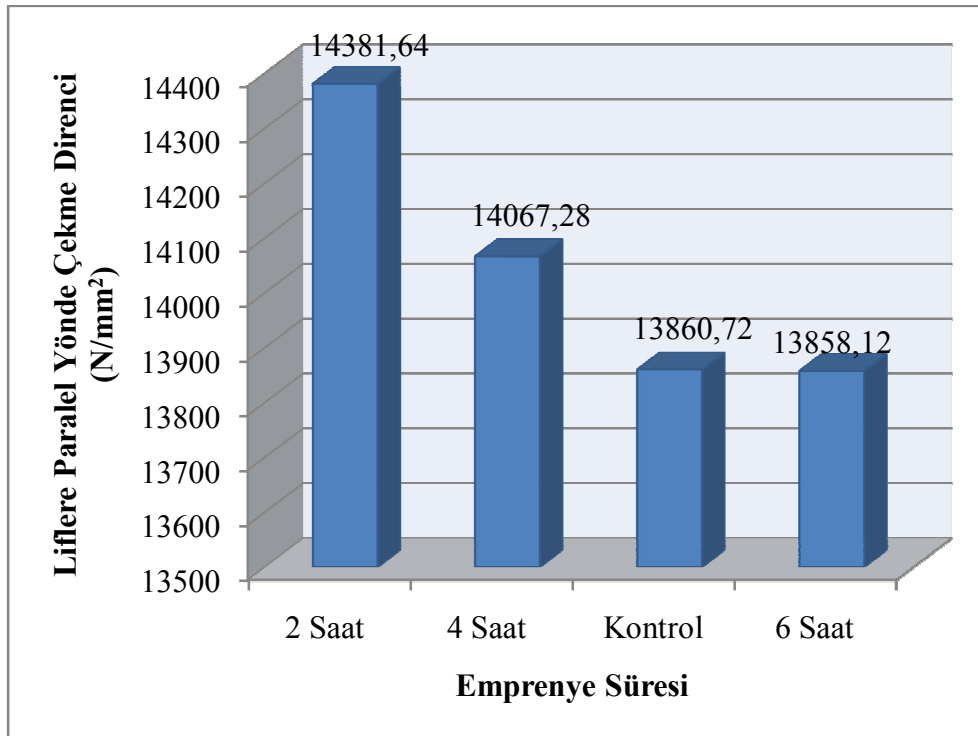
Deney örneklerinin liflere paralel çekme direncine faktörlerin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmamıştır. Sadece Ağaç Türü ve Ağaç Türü-Yöntem etkileşimi önemli çıkmıştır. Ancak gruplar arasındaki farklılıkları sıralamak için verilere Duncan testi uygulanmıştır.

Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32 Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
2 Saat	14381,64	a
4 Saat	14067,28	a
Kontrol	13860,72	a
6 Saat	13858,12	a
LSD: 523		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 2 Saat’lik empenye süresinde (14381,64 N/mm²), en düşük 6 Saat’lik empenye süresinde (13858,12 N/mm²) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda Kontrol, 2, 4 ve 6 Saat’lik empenye süreleri arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmamıştır. Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisi Şekil 4.16’da gösterilmiştir.



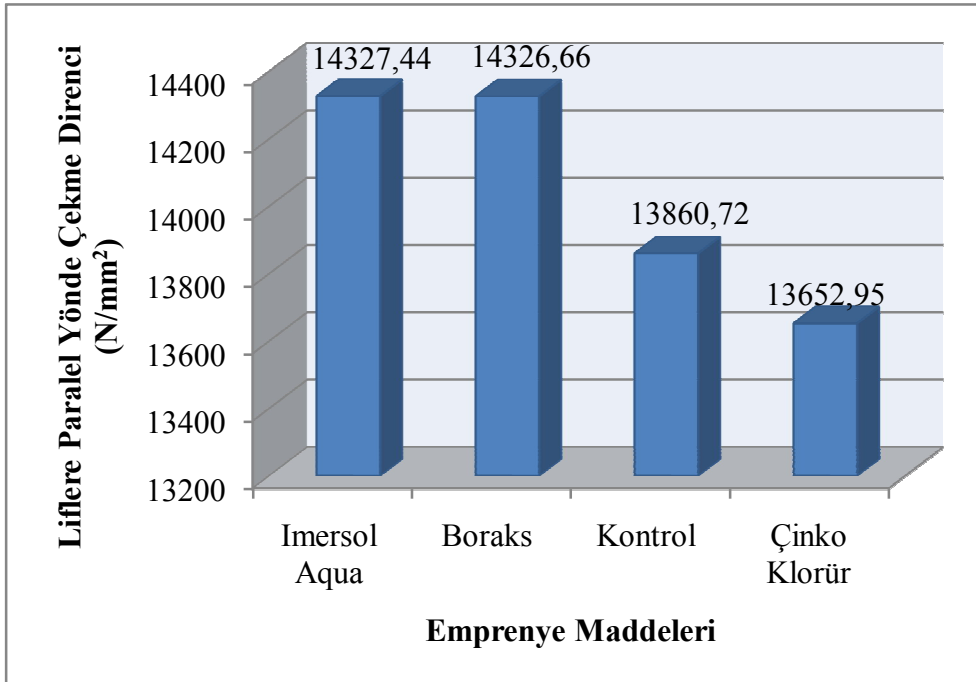
Şekil 4.16 Emprenye süresinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisi.

Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki sıralamaya etkisini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.33'te verilmiştir.

Çizelge 4.33 Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Imersol Aqua	14327,44	a
Boraks	14326,66	a
Kontrol	13860,72	a
Çinko Klorür	13652,95	a
LSD: 673,50		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Imersol Aqua'lı örneklerde (14327,44 N/mm²), en düşük Çinko Klorür'lü örneklerde (13652,95 N/mm²) elde edilmiştir. Duncan testi sonucunda Kontrol, Imersol Aqua, Boraks ve Çinko Klorür arasında istatistiksel anlamda bir farklılık bulunmamıştır. Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.17'de gösterilmektedir.



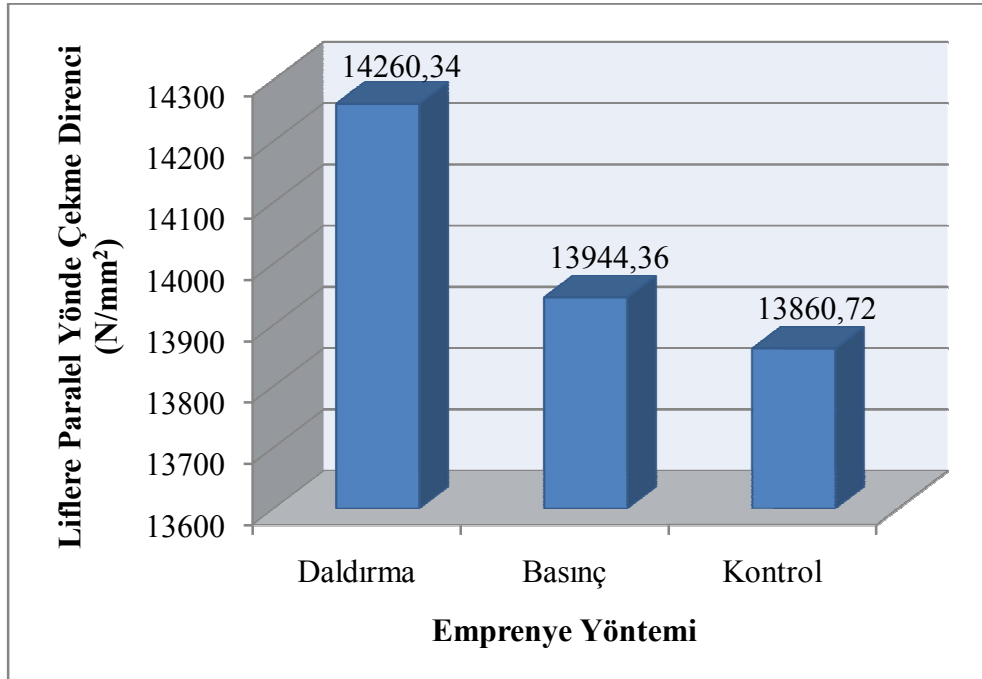
Şekil 4.17 Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri (N/mm²).

Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki sıralamaya etkisini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.34'te verilmiştir.

Çizelge 4.34 Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Yöntemleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Daldırma	14260,34	a
Basınç	13944,36	a
Kontrol	13860,72	a
LSD: 399		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Daldırma (14260,34 N/mm²) yönteminde, en düşük Kontrol örneklerinde (13860,72 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre Kontrol, Basınç ve Daldırma yöntemleri istatistiksel anlamda aralarında bir fark bulunamamıştır. Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.18'de gösterilmektedir.



Şekil 4.18 Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde çekme direnci üzerindeki etkileri (N/mm²).

4.6.4 Dinamik Eğilme (Şok) Direnci

Yapılan deneylerden elde edilen ortalama dinamik eğilme direnci değerleri Çizelge 4.35’de verilmiştir.

Çizelge 4.35 Ortalama dinamik eğilme direnci değerleri (kgm/cm²).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	0,36*	0,046
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,36	0,025
			Boraks	0,30	0,041
			Çinko Klorür	0,29	0,038
		Basınç	Imersol Aqua	0,32	0,056
			Boraks	0,23	0,047
			Çinko Klorür	0,33	0,075
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,27	0,019
			Boraks	0,25	0,068
			Çinko Klorür	0,29	0,056
		Basınç	Imersol Aqua	0,26	0,064
			Boraks	0,24	0,055
			Çinko Klorür	0,30	0,081
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,24	0,023
			Boraks	0,24	0,059
			Çinko Klorür	0,27	0,036
		Basınç	Imersol Aqua	0,25	0,044
			Boraks	0,22**	0,047
Çinko Klorür			0,23	0,064	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	0,91*	0,040
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,72	0,235
			Boraks	0,90	0,197
			Çinko Klorür	0,89	0,135
		Basınç	Imersol Aqua	0,77	0,194
			Boraks	0,73	0,095
			Çinko Klorür	0,78	0,100
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,72	0,096
			Boraks	0,90	0,185
			Çinko Klorür	0,72	0,069
		Basınç	Imersol Aqua	0,84	0,110
			Boraks	0,76	0,297
			Çinko Klorür	0,78	0,232
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	0,80	0,173
			Boraks	0,82	0,152
			Çinko Klorür	0,78	0,111
		Basınç	Imersol Aqua	0,76	0,160
			Boraks	0,69**	0,152
Çinko Klorür			0,82	0,073	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Dinamik eğilme (şok) direnci deneyi anında Sarıçam örneklerinde en yüksek dinamik eğilme direnci Kontrol örneklerinde (0,36 kgm/cm²), en düşük 6 Saat-Basınç-Boraks ile işlem gören örneklerde (0,22 kgm/cm²) elde edilmiştir. Doğu kayını örneklerinde en yüksek dinamik eğilme direnci Kontrol grubu örneklerinde (0,91 kgm/cm²), en düşük 6 Saat-Basınç-Boraks ile işlem gören örneklerde (0,69 kgm/cm²) elde edilmiştir.

Deneylerden elde edilen dinamik eğilme direnci verilerinde ağaç türü, emprenye süresi, yöntem ve emprenye maddesi çeşitlerinin dinamik eğilme direncine etkisini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.36 Dinamik eğilme direnci çoklu varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	13,171	1	13,171	917,855	0,000
Faktör B	0,126	2	6,31E-02	4,398	0,013
Faktör C	6,13E-02	1	6,13E-02	4,271	0,04
Faktör D	2,55E-02	2	1,28E-02	0,889	0,413
AB	4,79E-03	2	2,40E-03	0,167	0,846
AC	2,19E-02	1	2,19E-02	1,527	0,218
BC	6,90E-02	2	3,45E-02	2,405	0,093
ABC	3,53E-02	2	1,76E-02	1,229	0,295
AD	5,99E-02	2	2,99E-02	2,087	0,126
BD	4,72E-02	4	1,18E-02	0,823	0,512
ABD	0,136	4	3,40E-02	2,366	0,054
CD	0,144	2	7,19E-02	5,011	0,007
ACD	9,48E-02	2	4,74E-02	3,302	0,039
BCD	2,98E-02	4	7,45E-03	0,519	0,722
ABCD	0,111	4	2,78E-02	1,936	0,105
Hata	3,272	228	1,44E-02		
Toplam	100,086	266			
Düzeltilmiş Toplam	22,628	265			
Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye					

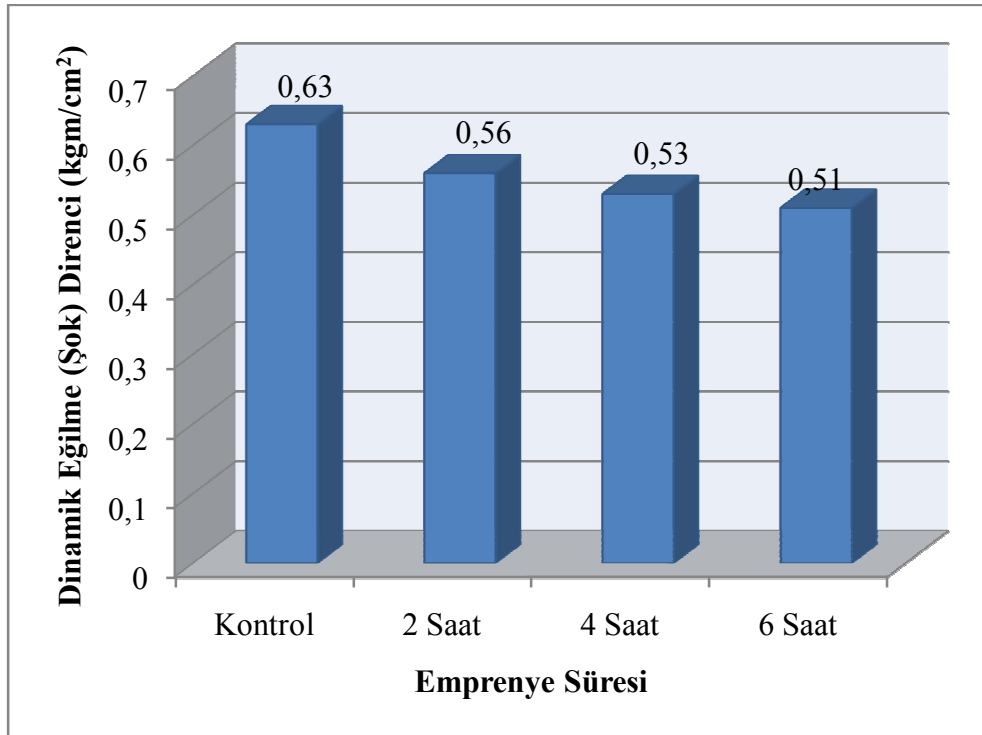
Ağaç türü, emprenye süresi ve emprenye çeşidinin dinamik eğilme direncine etkisini belirlemek için uygulanan çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacı ile elde edilen verilere Duncan

testi uygulanmıştır. Diğer faktörleri kendi içinde sıralamak ve empenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.37’de verilmiştir.

Çizelge 4.37 Emprenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (kgm/cm²).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	0,63	a
2 Saat	0,56	b
4 Saat	0,53	b
6 Saat	0,51	b
LSD: 0,04		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Kontrol grubunda (0,63 kgm/cm²), en düşük 6 Saat’lik empenye süresinde (0,51 kgm/cm²) elde edilmiştir. Buna göre empenye uygulama süreleri arasında istatistiksel ($\alpha=0,05$) bir önem yoktur. Emprenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisi Şekil 4.13’te gösterilmiştir.



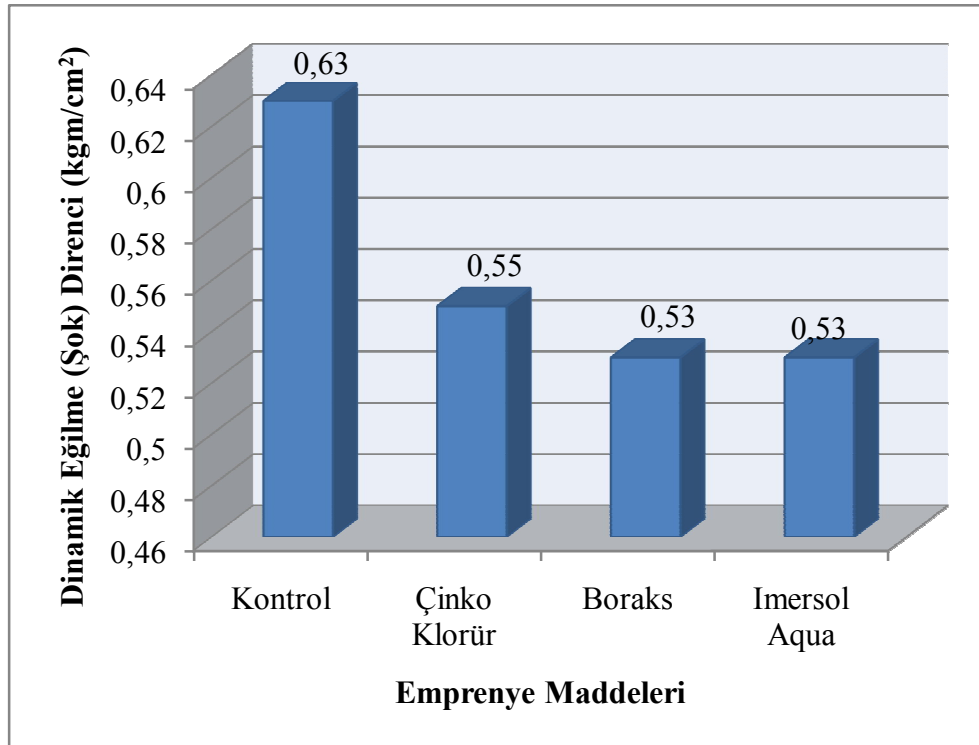
Şekil 4.19 Emprenye süresinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisi (kgm/cm²).

Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direncine etkisi istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz çıkmıştır. Ancak emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkilerini sıralamak için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir.

Çizelge 4.38 Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (kgm/cm²).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	0,63	a
Çinko Klorür	0,55	b
Boraks	0,53	b
Imersol Aqua	0,53	b
LSD: 0,03		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek değer Kontrol grubunda (0,63 kgm/cm²), en düşük Imersol Aqua ile işlem gören örneklerde (0,53 kgm/cm²) elde edilmiştir. Buna göre emprenye maddelerinin dinamik eğilme direncine etkileri istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz çıkmıştır. Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.20’de gösterilmektedir.



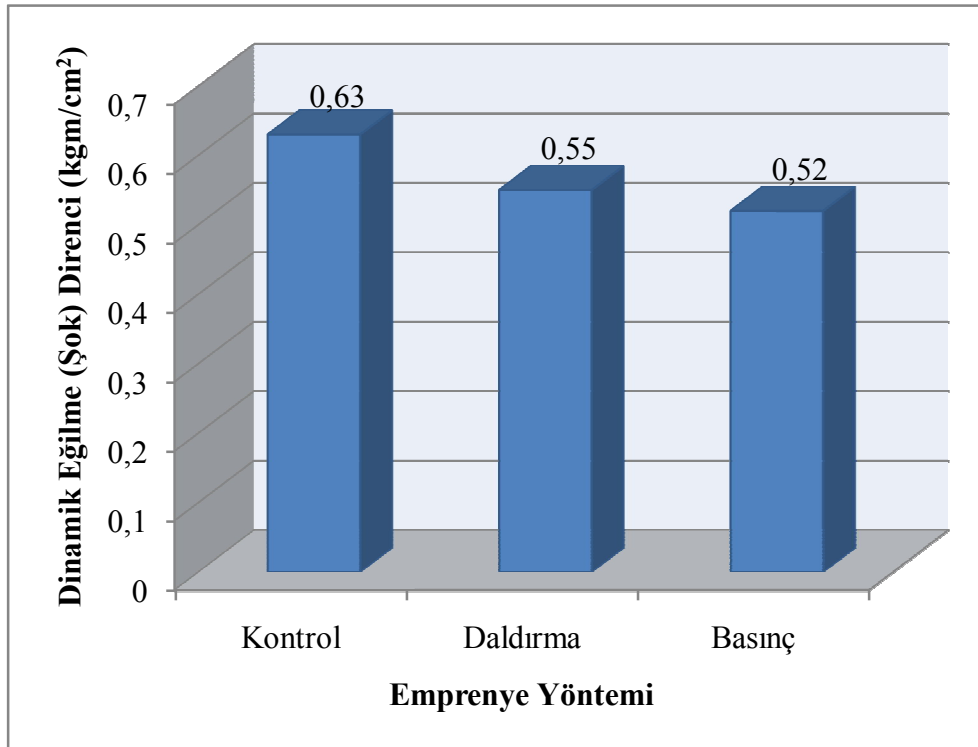
Şekil 4.20 Emprenye maddelerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri (kgm/cm²).

Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direncine etkisi istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz çıkmıştır. Ancak emrenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkilerini sıralamak için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39 Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (kgm/cm²).

Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kontrol	0,63	a
Daldırma	0,55	b
Basınç	0,52	b
LSD: 0,029		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek değer Kontrol (0,63 kgm/cm²) grubunda, en düşük Basınç (0,52 kgm/cm²) yönteminde elde edilmiştir. Buna göre emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direncine etkisi istatistiksel anlamda ($\alpha=0,05$) önemsiz çıkmıştır. Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.21’de gösterilmektedir.



Şekil 4.21 Emprenye yöntemlerinin dinamik eğilme direnci üzerindeki etkileri (kgm/cm²).

6.4.5 Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci

Yapılan deneylerde elde edilen ortalama liflere paralel yönde basınç direnci değerleri Çizelge 4.40'ta verilmiştir.

Çizelge 4.40 Ortalama liflere paralel yönde basınç direnci değerleri (N/mm²).

Ağaç Türü	Emprenye Süresi	Yöntem	Emprenye Maddeleri	Ortalama	Standart Sapma
Sarıçam	Kontrol	Kontrol	Kontrol	18714,28**	1297,945
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	18868,00	1008,623
			Boraks	18843,55	651,058
			Çinko Klorür	18722,30	1759,217
		Basınç	Imersol Aqua	18719,18	897,255
			Boraks	19512,35	768,713
			Çinko Klorür	19567,42	674,325
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	18476,50	618,482
			Boraks	18784,70	521,951
			Çinko Klorür	18385,57	1162,306
		Basınç	Imersol Aqua	19345,85	654,566
			Boraks	21666,70	397,695
			Çinko Klorür	19334,88	779,147
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	18571,91	1484,266
			Boraks	19033,36	2349,387
			Çinko Klorür	18678,06	1277,263
		Basınç	Imersol Aqua	19951,09	547,309
			Boraks	23084,26*	1088,672
Çinko Klorür			20483,35	1350,292	
Doğu Kayını	Kontrol	Kontrol	Kontrol	24236,42**	1219,305
	2 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	24722,59	700,270
			Boraks	25244,61	1527,937
			Çinko Klorür	26351,06	2444,858
		Basınç	Imersol Aqua	24783,04	1138,516
			Boraks	27674,11	1300,774
			Çinko Klorür	27100,56	1427,670
	4 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	25251,58	841,511
			Boraks	27506,72	1212,867
			Çinko Klorür	27031,99	2093,283
		Basınç	Imersol Aqua	25882,40	1498,137
			Boraks	27586,83	743,793
			Çinko Klorür	27831,28	1942,306
	6 Saat	Daldırma	Imersol Aqua	25817,78	1248,305
			Boraks	25609,25	3273,067
			Çinko Klorür	27280,04	2572,087
		Basınç	Imersol Aqua	26131,50	1506,457
			Boraks	28645,88*	644,576
Çinko Klorür			27686,12	2189,551	

*: Ağaç türü için en yüksek değer, **: Ağaç türü için en düşük değer

Liflere paralel yönde basınç direnci anında Sarıçam örneklerinde en yüksek direnci 6 Saat-Basınç-Boraks'lı örneklerde (23084,26 N/mm²), en düşük Kontrol grubu örneklerinden (18714,28 N/mm²) elde edilmiştir. Doğu Kayını örneklerinde en yüksek liflere paralel yönde basınç direnci 6 Saat-Basınç-Boraks'lı örneklerde (28645,88 N/mm²), en düşük Kontrol grubu örneklerinde (24236,42 N/mm²) elde edilmiştir.

Deneylerden elde edilen liflere paralel yönde basınç direnci verilerinde ağaç türü, empenye süresi, yöntem ve empenye maddesi çeşitlerinin liflere paralel yönde basınç direncine etkisini belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi uygulanmıştır. Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.41'de verilmiştir.

Çizelge 4.41 Liflere paralel yönde basınç direnci çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareleri Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P Değer (P<0,05)
Faktör A	2196359357	1	2196359357	1204,237	0,000
Faktör B	61271148,19	2	30635574,1	16,797	0,000
Faktör C	86444856,98	1	86444856,98	47,397	0,000
Faktör D	83110281,91	2	41555140,96	22,784	0,000
AB	6860019,793	2	3430009,897	1,881	0,155
AC	5884685,597	1	5884685,597	3,226	0,074
BC	30660501,63	2	15330250,81	8,405	0,000
ABC	4187234,364	2	2093617,182	1,148	0,319
AD	29330344,49	2	14665172,24	8,041	0,000
BD	6705476,047	4	1676369,012	0,919	0,454
ABD	12548175,64	4	3137043,911	1,72	0,146
CD	28907420,71	2	14453710,35	7,925	0,000
ACD	600717,889	2	300358,945	0,165	0,848
BCD	5608150,33	4	1402037,583	0,769	0,547
ABCD	11356089,11	4	2839022,277	1,557	0,187
Hata	415840172,7	228	1823860,406		
Toplam	1,43638E+11	266			
Düzeltilmiş Toplam	4082335616	265			

Faktör A: Ağaç Türü, Faktör B: Emprenye süresi, Faktör C: Yöntem, Faktör D: Emprenye

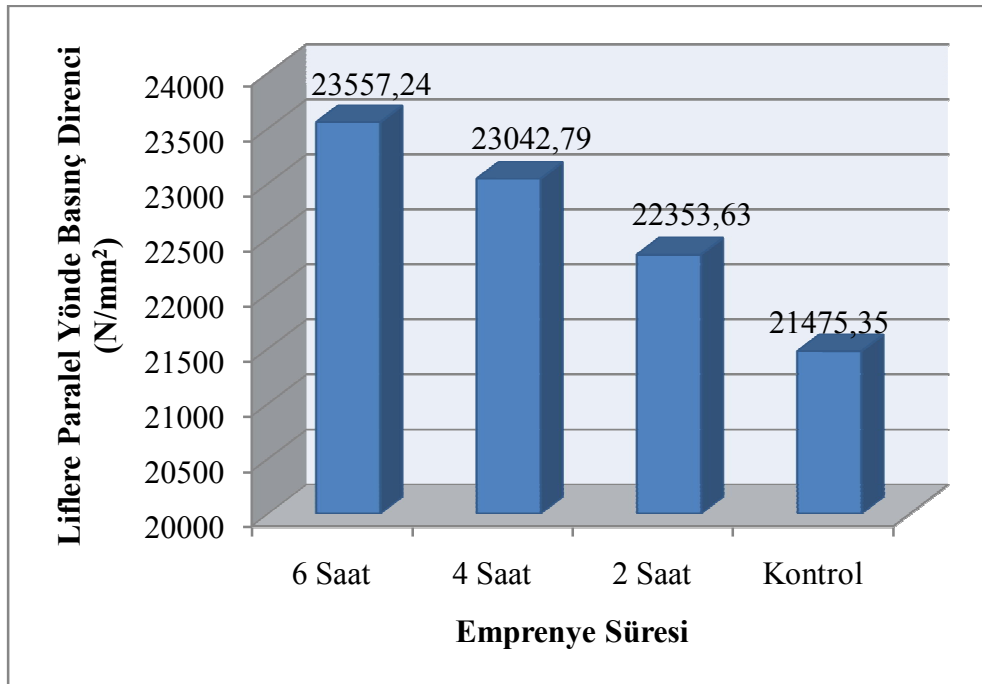
Ağaç türü, uygulama süresi ve empenye çeşidinin liflere paralel yönde basınç direncine etkisini belirlemek için uygulanan çoklu varyans analizi istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek amacı ile elde edilen verilere Duncan

testi uygulanmıştır. Bu faktörleri kendi içinde sıralamak ve emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direncine etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.42 Emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Süresi	Ortalama	Homojenlik Grubu
6 Saat	23557,24	a
4 Saat	23042,79	a
2 Saat	22353,63	b
Kontrol	21475,35	c
LSD: 877,50		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer 6 Saat’lik emprenye süresinde (23557,24 N/mm²), en düşük Kontrol (21475,35 N/mm²) grubunda elde edilmiştir. Buna göre 6 ve 4 saat’lik emprenye süresi istatistiksel anlamda yakın sonuçlar verirken 2 saat’lik ve kontrol grubu örnekleri farklı sonuçlar vermiştir. Emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisi Şekil 4.22’de gösterilmiştir.



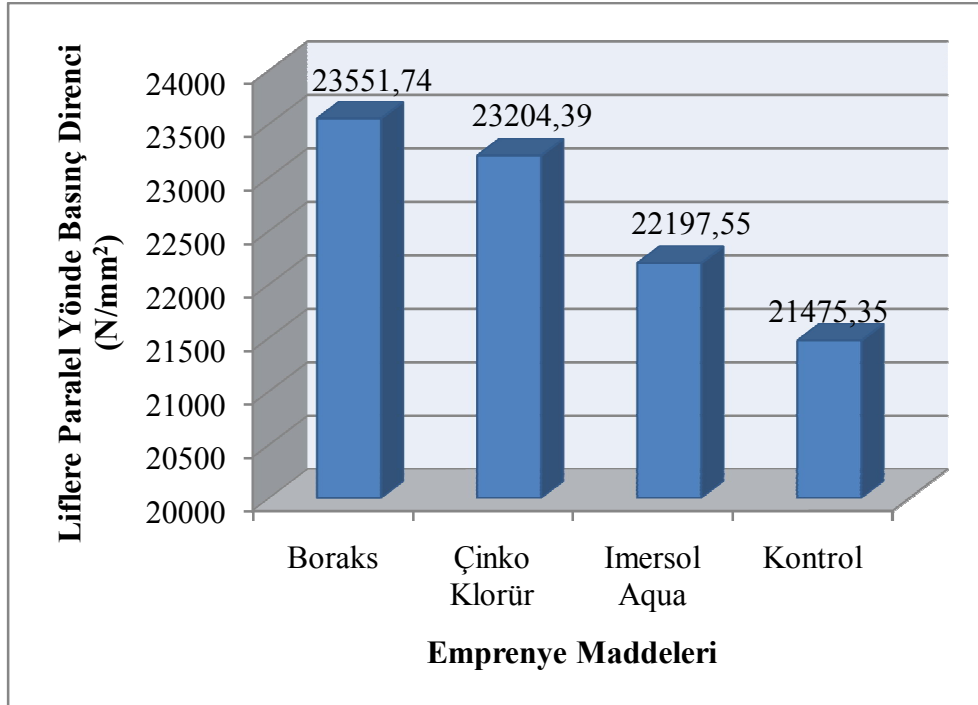
Şekil 4.22 Emprenye süresinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisi.

Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki sıralamaya etkisini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.43'te verilmiştir.

Çizelge 4.43 Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Maddeleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Boraks	23551,74	a
Çinko Klorür	23204,39	a
Imersol Aqua	22197,55	b
Kontrol	21475,35	c
LSD: 720,50		

Duncan testi sonucunda ortalama en yüksek değer Boraks'lı örneklerde (23551,74 N/mm²), en düşük Kontrol örneklerinde (21475,35 N/mm²) elde edilmiştir. Buna göre Boraks ve Çinko Klorür yakın sonuçlar verirken Kontrol ve Imersol Aqua grupları istatistiksel anlamda farklı sonuçlar vermiştir. Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.23'te gösterilmektedir.



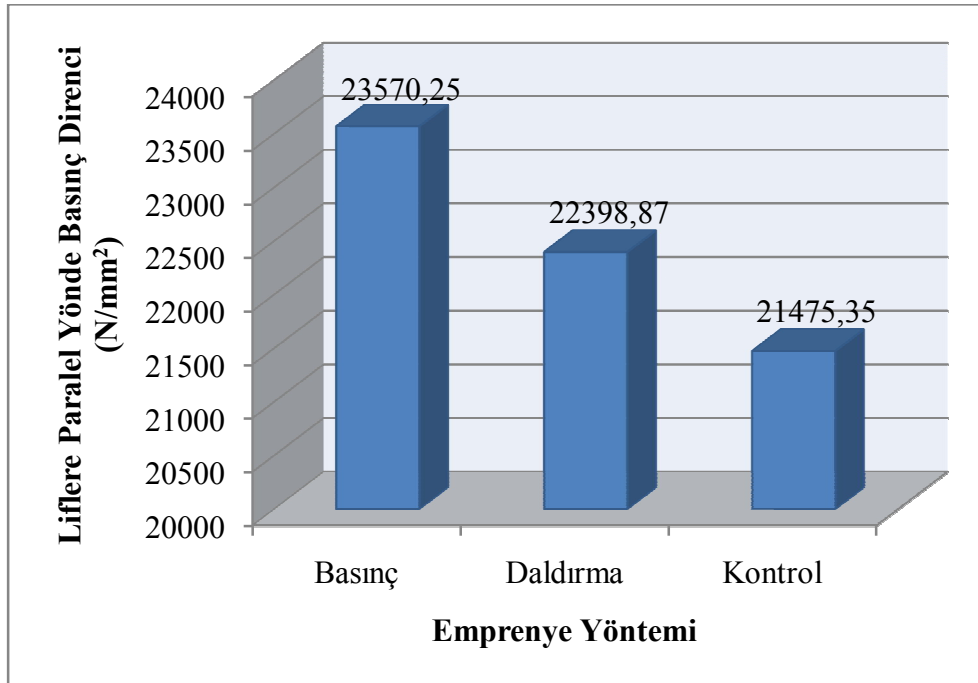
Şekil 4.23 Emprenye maddelerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri (N/mm²).

Deney örneklerine uygulanan emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.44'te verilmiştir.

Çizelge 4.44 Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkisine ilişkin Duncan sonuçları (N/mm²).

Emprenye Yöntemleri	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	23570,25	a
Daldırma	22398,87	b
Kontrol	21475,35	c
LSD: 922,30		

Duncan testi sonucuna göre ortalama en yüksek değer liflere paralel yönde basınç direnci Basınç (23570,25 N/mm²) yönteminde, en düşük Kontrol (21475,35 N/mm²) grubunda elde edilmiştir. Buna göre tüm emprenye yöntemleri istatistiksel anlamda birbirinden farklı sonuçlar vermiştir. Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri Şekil 4.24'te gösterilmektedir.



Şekil 4.24 Emprenye yöntemlerinin liflere paralel yönde basınç direnci üzerindeki etkileri (N/mm²).

BÖLÜM 5

SONUÇLAR, TARTIŞMALAR VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Emprenye maddelerinin deney öncesi ve deney sonrasındaki pH değerlerinde ve yoğunluklarında önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Bu durum her emprenye varyasyonunda yeni çözeltilerin kullanılmasından kaynaklanabilir. Emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında en yüksek pH değeri %5'lik çözelti yoğunluğuyla hazırlanan Boraks çözeltisinde (pH 9) tespit edilmiştir. En düşük pH derecesi ise Çinko Klorür çözeltisinde (pH 6) tespit edilmiştir.

Higroskopisite değişimleri; Sarıçam ve Doğu Kayını odunu deney örnekleri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda, örneklerinin deney öncesi ve sonrası rutubet miktarlarında artış gözlemlenmiştir. Bu sonuç tuz esaslı emprenye maddelerinin deney örneklerinin higroskopisitelelerinde artışa neden olduğunu göstermektedir. Uygulanan bekletme süreleri arttıkça rutubet miktarı da artmaktadır. Ayrıca basınç yöntemi altında emprenye edilen deney örneklerindeki rutubet miktarı daldırma yöntemine göre daha fazladır. Bunun nedeni basınç altında uygulanan emprenye maddesinin ağaç malzeme bünyesine daha iyi ve derin bir şekilde nüfuz etmesi olabilir. Çalışmada kullanılan emprenye maddelerinden higroskopisiteyi en çok arttıran Boraks olmuştur.

Meknight (1962), sarıçam örneklerini $ZnCl_2$, $(NH_4)_2SO_4 + H_3BO_3$ ve $(NH_4)_2 HPO_4$ ile emprenye ederek, higroskopisite özelliklerini araştırmış, çalışma sonuçlarına göre emprenyeli örneklerin higroskopisitelelerinde artışlar kaydettiğini bildirmiştir.

Retensiyon miktarı; yapılan çalışmada her iki ağaç türü için en yüksek retensiyon miktarı Imersol Aqua'da, en düşük Boraks'ta tespit edilmiştir. Buna göre en düşük retensiyon miktarı 2 Saat'lik emprenye süresinde meydana gelirken, en yüksek 6 Saat'lik emprenye süresinde

meydana gelmektedir. Uygulanan yöntemlerine göre karşılaştırıldığında basınç yönteminin daldırma yöntemine oranla daha fazla tutunma sağladığı tespit edilmiştir. Literatürde, Doğu kayını ve sarıçam örneklerinin 1 saat vakum 1 saat normal atmosfer basıncı uygulanarak Tanalith CBC ile emprenyesi sonucu kayında retensiyon miktarı $9,90 \text{ kg/m}^3$, sarıçamda retensiyon miktarı $4,85 \text{ kg/m}^3$ olduğu belirtilmektedir (Peker vd. 1999). Bu değerler, tüm eprenye maddelerinin ortalamaları değerlendirildiğinde, vakum ve iki saatlik basınç altında emprenye edilmiş sarıçamda $15,03 \text{ kg/m}^3$ Doğu kayınında ise $25,07 \text{ kg/m}^3$ çıkmıştır. Bunun nedeni emprenye işleminde uygulanan vakum süresinin, basıncın farkı ve basınç altında bekletme süresi, kullanılan emprenye maddelerinin molekül çapı olabilir. Atar ve Keskin (2007) göknar odununda boraks ve borik asiti vakum-basınç yönteminde 1 saat uygulayarak boraksda retensiyon miktarını 12 kg/m^3 , borik asitte 13 kg/m^3 bulmuşlardır. Bu değerlerde tezde benzer şartlarda elde edilen sonuçlara uyumludur.

Toker (2007), kızılçam ve Doğu kayınına 1 saat vakum 1 basınç yöntemi uygulamıştır. Retensiyon miktarlarını Doğu kayını için boraksta $25,22 \text{ kg/m}^3$, borik asitte $26,69 \text{ kg/m}^3$, kızılçam odunu için boraksta $24,57 \text{ kg/m}^3$, borik asitte $27,02 \text{ kg/m}^3$ bulmuştur. Bu sonuçlarda tezde elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Okçu (2006), kestane ve meşe odunlarına vakum-basınç yöntemi ile 1 saat emprenye işlemi uygulamıştır. En yüksek retensiyon miktarını kestanede çinko klorürle $12,86 \text{ kg/m}^3$, boraks ile $14,60 \text{ kg/m}^3$, meşede çinko klorür ile $12,08 \text{ kg/m}^3$ boraksla $10,03$ elde etmiştir. Bu çalışmada kullanılan ağaç malzemelerin ve basınç sürelerinin farklı olması sonuçların farklı olmasına sebep olabilir.

Yoğunluklar; emprenyeli örneklerin hava kurusu yoğunluk değerleri kontrol örneklerine oranla daha yüksek değerler vermiştir. Bu durum çalışmada kullanılan emprenye maddelerinin tuz özellikli olması nedeniyle deney malzemelerinin yoğunluğunu arttırdığı şeklinde açıklanabilir. Doğu kayını örneklerinin yoğunluk değerleri ($0,68 \text{ g/cm}^3$) sarıçam odununun yoğunluk değerlerine ($0,47 \text{ g/cm}^3$) oranla daha yüksek çıkmıştır. Çalışmada hava kurusu yoğunluğu en çok arttıran emprenye maddesi Çinko Klorür en az arttıran ise Imersol Aqua olmuştur. Literatürde, sarıçam ve Doğu kayını odunlarının çeşitli emprenye maddeleri ile işlem görmesi sonucu yoğunluklarında artış olduğu bildirilmektedir (Örs vd. 1999). Bu sonuç da çalışmayı desteklemektedir.

Eğilme direnci; çalışmada en yüksek eğilme direnci değerleri kontrol örneklerinden elde edilmiştir. Sarıçam odunundan elde edilen deney örneklerinde en yüksek direnç (81,50 N/mm²) 2 Saat Daldırma yönteminde Boraks empenye maddesi içerisinde bekleyen örneklerde meydana gelmiştir. En düşük eğilme direnci (74,21 N/mm²) 6 Saat Basınç altında Boraks empenye maddesi içerisinde bekleyen örneklerde meydana gelmiştir. Doğu kayınından elde edilen örneklerde ise en yüksek eğilme direnci (123,90 N/mm²) 2 Saat Daldırma Çinko Klorür'de meydana gelirken en düşük direnç (95,89 /mm²) 6 Saat Basınç altında bekleyen Imersol Aqua'da meydana gelmiştir. Doğu kayınından elde edilen deney örneklerinin eğilme dirençleri sarıçam odunundan elde edilen örneklere oranla istatistiksel anlamda daha yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Deney örneklerinin eğilme direncini en fazla düşüren (%6,83) empenye maddesi Imersol Aqua olurken bunu sırasıyla Çinko Klorür (%3,94) ve Boraks (%2,36) izlemiştir. Deney örneklerinin empenye içerisinde bekletilme süresi açısından eğilme direnci istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Fakat basınç altında uygulanan empenye işlemi daldırma yöntemine oranla (%2,94) eğilme direncini düşürmüştür.

Benzer bir çalışmada Çolakoğlu vd. (2003), yaptıkları çalışmada borlu bileşiklerin ağaç malzemenin liflere dik eğilme direncini bir miktar azalttığını belirtmektedirler. Bu durum çalışmadan elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Gerhards (1970), yanmayı engelleyici bazı empenye maddeleri ile işlem gören örneklerin eğilme direnci değerlerinin kontrol örneklerine oranla daha düşük düzeyde olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç tezdeki sonuçlar ile uyumludur. Literatürde, Le Van ve Winandy (1990), yanmayı engelleyici çeşitli empenye maddeleri ile işlem gören Güney sahil çamı deney örneklerinin eğilme direnci değerlerinde % 10 ile % 20 azalma meydana geldiğini bildirmiştir. Benzer sonuçlar bu tez çalışmasında da elde edilmiştir.

Elastikiyet modülü; sarıçamdan elde edilen örneklerde en yüksek değer 4 Saat Basınç altında Boraks içerisinde kalan örneklerden, en düşük değer ise 2 Saat Daldırma yönteminde Çinko Klorür içerisinde bekleyen örneklerde tespit edilmiştir. Doğu kayınından elde örneklerde en yüksek değer 4 Saat Daldırma yönteminde Boraks içerisinde bekletilen örneklerde, en düşük değer 6 Saat Basınç altında Imersol Aqua içerisinde bekleyen örneklerde elde edilmiştir. Bu durum empenye tuzlarının ağaç malzemeyi gevrekleştirdiği şeklinde yorumlanabilir. Elastikiyet modülünü en çok düşüren (%5) empenye maddesi Imersol Aqua olmuştur. Bu

durum ise Imersol Aqua'nın malzemeyi elastikleştirdiğini göstermektedir. Bunu sırasıyla Çinko Klorür ve Boraks izlemiştir. Ayrıca basınç yöntemi daldırma yöntemine oranla elastikiyet modülünü arttırdığı tespit edilmiştir. Bu faktörler arasındaki elastikiyet modülü farkının fazla olmadığı gözlemlenmiştir. Winandy vd. (1988), CZC ile emprenye işleminin duglas ve kavak'tan hazırlanan kontrplakların elastikiyet modülü üzerinde önemli derecede etkili olmadığını bildirmişlerdir.

Yıldız vd. (2004), çeşitli emprenye maddelerinin sarıçam odununun elastikiyet modülü üzerine etkilerini araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre kontrol örneği ile ACQ-1900, ACQ-2000, CCA, ve Tanalith E 3491 ile işlem gören deney örneklerinin elastiklik modülü değerlerinin istatistiksel anlamda birbirinden farklı olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada kontrol örneği elastikiyet modülü (11137,69 N/mm²) ve emprenye işlemi görmüş örneklerin elastikiyet modülleri arasında yüksek farklar oluşmamıştır. Bu durum çalışmayı desteklemektedir.

Çekme direnci; deney sonuçlarına göre sarıçamdan elde edilen deney örneklerinde en yüksek değer 2 Saat Daldırma yönteminde Çinko Klorür içerisinde bekletilen örneklerde, en düşük 6 Saat Basınç altında Imersol Aqua içerisinde bekletilen örneklerde elde edilmiştir. Doğu kayınından elde edilen deney örneklerinde en yüksek değer 2 Saat Basınç altında Boraks içerisinde bekleyen örneklerde, en düşük 4 Saat Basınç altında Imersol Aqua içerisinde kalan örneklerden elde edilmiştir. Bu durum bekletme süresi uzadıkça emprenye tuzları miseller arasına girerek kohezyonu azalttığı ve direnci zayıflattığı şeklinde yorumlanabilir. Bu da bekletmenin higroskopisite üzerinde ekili oluşunu göstermektedir. Emprenye süresine göre çekme direnci değerleri en yüksek 2 Saat'lik emprenye süresindeki deney örneklerinde ortaya çıkmıştır. Bunu sırasıyla 4 ve 6 Saat izlemiştir. Emprenye süresi arttıkça direnç değerinin düşmesi deney örneklerinin rutubet miktarının artmasıyla açıklanabilir. Çekme direnci örneklerinde rutubet miktarı arttıkça direncin azaldığı belirtilmektedir (Baysal vd. 2003). Emprenye maddeleri yönünden az bir farkla Boraks ve Imersol Aqua'da yüksek değer elde edilmiştir. Daldırma yöntemiyle emprenye edilen deney örnekleri basınç altındaki örneklere oranla daha yüksek direnç gösterdikleri gözlemlenmiştir. Buradan daldırma yönteminde higroskopisite değerinin düşük olduğu anlaşılmaktadır.

Winandy (1992), CCA-C çözültisi ile empenye edilmiş ve 116 °C sıcaklıkta kurutulmuş ağaç malzemede direncin önemli derecede azaldığı ve yüksek sıcaklıkların çekme direncinin azaldığı sonucuna varmışlardır.

Dinamik eğilme (şok) direnci; sarıçam örneklerinde en yüksek dinamik eğilme direnci Kontrol grubu örneklerinde, en düşük 6 Saat Basınç altında Boraks içerisinde bekletilen örneklerden elde edilmiştir. Doğu kayını örneklerinde en yüksek değer Kontrol grubu örneklerinde, en düşük 6 Saat Basınç altında Boraks içerisinde bekletilen örneklerde elde edilmiştir. Elde edilen verilerde empenye süresi arttıkça örneklerin dinamik eğilme dirençlerinde azalma olduğu gözlenmektedir. Emprenye maddeleri içerisinde dinamik eğilme direncini en çok etkileyenin Imersol Aqua olduğu tespit edilmiştir. Bunu sırasıyla Boraks ve Çinko Klorür izlemektedir. Basınç yöntemi daldırma yöntemine oranla dinamik eğilme direncini düşürdüğü (%6,46) tespit edilmiştir. Bu yöntemle ağaç malzeme içerisine daha fazla empenye maddesi nüfuz ettirilmekte ve bu da direnci zayıflatmaktadır.

Kartal (1998), empenye işlemlerinde kullanılan % 1 konsantrasyondaki CCA empenye maddesi çözültisinin, dinamik eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için, CCA ile empenye edilen ve kurutma işlemleri uygulanan örneklerde elde edilen dinamik eğilme direnci değerleri, kontrol ve su ile empenye edilen örneklerle karşılaştırmıştır. Yapılan test sonuçlarında, CCA empenye maddesi ile yapılan empenye işleminin, dinamik eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu belirlemiştir. Emprenye maddeleri farklılığı nedeniyle bu çalışmada farklı sonuç elde edilmiştir.

Liflere paralel yönde basınç direnci; sarıçam odunundan elde edilen örneklerde en yüksek değer 6 Saat Basınç altında Boraks içerisinde bırakılan örneklerde, en düşük değer ise Kontrol grubu örneklerinde gözlenmiştir. 6 saatlik bekletme ile 4 saatlik bekletme yaklaşık aynı değeri vermiştir. Doğu kayınından elde edilen örneklerde en yüksek direnç 6 saat basınç altında boraks içerisinde bekletilen örneklerde, en düşük değer ise Kontrol grubu örneklerinde bulunmuştur. Emprenye maddeleri içerisinde en yüksek direnç değerlerini (23551,74 N/mm²) Boraks vermiştir. Bunu sırasıyla Çinko Klorür ve Imersol Aqua izlemiştir. Emprenye yöntemlerinde ise basınç yöntemi daldırma yöntemine oranla liflere paralel basınç direncini (%5) arttırmıştır. Bunun nedeni basınç yöntemi altında empenye maddesinin ağaç malzeme içerisine daha iyi nüfuz etmesi ve hücreler arasında daha fazla tuz kalması olabilir.

5.2 ÖNERİLER

Emprenye işleminde bekletme süresi artıkça (2-4-6 Saat) retensiyon miktarı ve oranı da artmaktadır. Bu sebepten dolayı ağaç malzemelerin yoğunlukları da bekletme süreleriyle paralel olarak artış göstermektedir. Ağaç malzemenin korunmasında emprenye maddeleri düşük ısılarda ısıtıldıklarında bu oranlar daha da arttırılabilir.

Higroskopisite özellikleri bakımından tüm emprenye maddeleri su veya rutubete karşı duyarlı olarak görülmektedir. Özellikle yapısında tuz olan emprenye maddelerinde bu özellik daha da artmaktadır. Basınç yöntemiyle emprenye edilen malzemeler daldırma yöntemiyle emprenye edilenlere oranla daha fazla tuz ve buna paralel olarak da fazla rutubet tutmaktadırlar. Ağaç malzemenin kullanılacağı yerlerdeki rutubete göre bu faktörler dikkate alınmalıdır.

Mekanik dirençlere göre önüne alındığında deneylerde en iyi dayanma gücünü boraks emprenye maddesi vermiştir. Bunu sırasıyla Çinko Klorür ve Imersol Aqua izlemektedir. Bu nedenlerden dolayı ağaç malzemenin dirençle karşılaşacağı ortamlarda Boraks maddesi emprenye için tercih edilebilir. Yani boraks ağaç malzemedeki direnç kaybına yol açmamaktadır. Bunun yanında Boraks maddesinin insan ve hayvan sağlığı açısından zararsız olması bu maddenin seçimine katkı sağlayabilir. Emprenye yöntemleri göz önüne alındığında basınç yöntemi daldırma yöntemine oranla mekanik dirençler üzerinde düşüş göstermektedir. Bu nedenden dolayı ağaç malzeme kullanılacağı ortamlarda mekanik etkilere karşılaşma olasılığı düşük ise daldırma yöntemi tercih edilebilir. Ancak fiziksel etkilere daha çok maruz kalacak ortamlarda basınç yöntemi altında emprenye edilen malzemelerin kullanılması uygun olabilir. Bunun yanında dinamik eğilme, çekme ve basınç etkisinde kalacak ortamlarda Doğu kayını kullanılması uygun olabilir. Eğilme direncine maruz kalacak ortamlarda sarıçam odununun kullanılması avantajlı olabilir.

Sonuç olarak tuzlu emprenye maddeleri ağaç malzemenin higroskopisitesinde artışa sebep olmaktadır. Bu nedenle tuzlu emprenye maddeleri yıkanmaya duyarlı olduğu için rutubetli veya suya maruz kalacak yerlerde kullanılması önerilmez. Ancak iç mekânda veya dış mekânda kullanılacak ağaç malzeme emprenye edildikten sonra su veya rutubete dayanıklı verniklerle kaplanarak kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Acar A ve Akaltun C** (2007) Çeşitli Borlu Bileşiklerle Muamele Edilen Kayın ve Karaçam Ağaç Malzemenin Higroskopisite Özelliklerinin İncelenmesi”, Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Teknik Eğitim fakültesi
- Aslan S** (1998) *Ağaç Zararlıları Koruma ve Emprenye Teknikleri*, Hacettepe Üniversitesi, Ankara
- ASTM D 3201-08** (2008), Hygroscopic Properties of Fire-Retardant Wood and Wood-Based Products, ASTM International Standards Worldwide
- Atar M and Keskin H** (2007) Journal of Applied Polymer Science, Vol.106, 4018-4023
- Bal B.C.** (2006) Amonyaklı Bakır Quat (Acq) Emprenye Tuzu İle Emprenye Edilen Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş
- Baysal E, Peker H ve Çolak M** (2005) Çeşitli Emprenye Maddeleri İle Muamele Edilen Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) Odununda Retensiyon ve Higroskopisite Miktarları, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Sayı 21 (1-2), s. 166-179
- Baysal E, Peker H, Çolak M ve Tarımer İ** (2003) Verniklenmiş Ağaç Malzemenin Yanma Özellikleri ve Borlu Bileşiklerle Ön Emprenye İşleminin Yanmayı Geciktirici Etkisi”, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15:645-653
- Baysal E, Şimşek H, Toker H, Çolak M ve Yiğitbaşı O N** (2006) Borlu Bileşiklerle Muamele Edilmiş Ağaç malzemede Higroskopisite Seviyelerinin belirlenmesi, *III. Uluslar arası Bor Sempozyumu*, Ankara
- Berkel A** (1972) *Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Bozkurt A Y, Göker Y ve Erdin N** (1993) *Emprenye Tekniği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Bozkurt Y ve Erdin N** (2003) *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Çolak M, Baysal E, Çolak A M, Özen E, Toker H, Peker H, ve Şenel A** (2004) Borlu ve Su İtici Maddelerle Muamele Edilen Cennet Ağacı Odununda (*Aüanthus altissima* (Mill.) Swingle) Higroskopisite Seviyeleri, *II. Uluslararası Bor Sempozyumu*, Eskişehir, s. 357-366

- Çolakoğlu G, Çolak S, Aydın İ, Yıldız ÜC, and Yıldız S** (2003) Effect of Boric Acid Treatment on Mechanical Properties of Laminated Beech Veneer Lumber, *Silva Fennica*, 37 (4): 505-510
- Gerhards C C** (1970) Effect Of Fire-Retardant Treatment On Bending Strength Of Wood, Department of Agriculture, Forest Serv., Forest Prod. Lab., Madison, WI. 145-149
- Gürtekin A ve Oğuz M** (2002) *Mobilya ve Dekorasyon Gereç Bilgisi*, Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları, İstanbul
- Holz** (2002) *Verarbeitung, Werkzeugkunde Möbelentwürfe Schritt-für-Schritt-Anleitungen*, Monte Von Dumont, Köln
- Kartal S N** (1998) CCA Emprenye Maddeleri İle Korunan Ağaç Malzemenin Dayanıklılık, Yıkama ve Direnç Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul
- Kılıç A** (1998) Ağaç Türlerine Göre Suda Çözünen Emprenye Maddelerinin Yıkama Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın
- Le Van S L and Winandy J E** (1990) Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strength: A Review, *Wood and Fiber Science*, 22 (1):113-131
- Meknight, T.s.** (1962) The Hygroscopicity Of Wood Treated With Fire Retarding Compounds”, Rep, For. Prod. Res. Br. Can., Forestry Abstracts, 152-156
- Okçu** (2006) Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Yapışma ve Yanma Özellikleri, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak
- Örs Y ve Keskin H** (2001) *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Atlas Yayın Dağıtım Ltd. Şt., Ankara
- Örs Y, Atar M ve Peker H** (1999) Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23:1169-1179
- Özçifçi A** (2001) Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Peker H, Atar M ve Uysal B** (1999) Ağaç Malzemedeki Yanmayı Geciktirici ve Su İtici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri, *Pamukkale Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5:975-983
- Sarıca M** (2006) Borlu Bileşikler İle Emprenye İşleminin Bazı Ağaç Malzeme ve Verniklerde Sertlik ve Aşınma Direncine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Sivrikaya H,** (2003) Diri ve Öz Odunun Emprenye Edilebilirliği ve Dayanım Özellikleri, Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın

- Toker H** (2007) Borlu Bileşiklerin Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel Mekanik ve Biyolojik Özelliklerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- TS 2470** (1970) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleer İçin Numune Alma Metotları ve Genel Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2471** (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleer İçin Rutubet Miktarı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2472** (1976) Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleer İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2474** (1976) Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2475** (1976) Odunun Liflere Paralel Yönde Çekme Direncinin Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2477** (1976) Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 2595** (1977) Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Direnci Tayini, Türk Standartları Enstitüsü
- TS 53** (1981) Odunun Fiziksel Özelliklerini Tayin İçin Numune Alma, Muayene ve Deneyleer Metotları, Türk Standartları Enstitüsü
- URL-1** (2008) Hemel Emprenye Sanayi ve Ticaret A.Ş., <http://www.hemel.com.tr/products.asp?catid=1&proid=6>
- Usta İ** (1993) Türkiye Ağaç Malzeme Emprenye Endüstrisinin Bugünkü Durumu ve Geliştirilmesine İlişkin Öneriler, Yüksek Mühendislik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Var A A** (2000) Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Winandy J E, Barnes H M and Mitchell P H** (1992) Effects Of CCA Treatment And Drying On Tensile Strength Of Lumber, *Journal Of Materials In Civil Engineering*, 4:240-250
- Winandy J E, Le Van S L, Schaffer E L and Lee P W** (1988) Effect Of Fire-Retardant Treatment And Retrying On The Mechanical Properties Of Douglas- Fir And Apsen Plywood. Res. Pap. FPL-RP-485. Madison WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 20
- Yalınkılıç M K, Baysal E ve Demirci Z** (1995) Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılçam Odununun Higroskopisitesi Üzerine Etkileri, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Denizli

Yıldız Ü C, Temiz A, Gezer E D and Yıldız S (2004) Effects Of The Wood Preservatives On Mechanical Properties Of Yellow Pine (*Pinus Sylvestris L.*) Wood, Building and Environment, 39: 1071-1075

ÖZGEÇMİŞ

Serdar AYAR 1984'te Samsun'un Ondokuzmayıs ilçesinde doğdu. İlköğrenimini ve ortaöğrenimini aynı şehirde tamamladı. 2001 yılında başladığı Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği bölümünü 2005 yılında bitirdi. Yüksek lisans eğitimine 2006 yılında Zonguldak Karaelmas Üniversitesi'nde başladı. Daha sonra çıkan yasa ile yeni kurulan Karabük Üniversitesi'nde yüksek lisans eğitimine devam etti.

ADRES BİLGİLERİ

Adres :İstasyon Mah. 2319 Sok. No:4
Etimesgut/ANKARA

Tel :(-)

Cep :(0535 500 60 85)

E-Posta : ayarserdar@msn.com