

**BOR YAĞININ AĞAÇ MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Faruk BATAN**

**Karabük Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında  
Yüksek Lisans Tezi  
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK  
Haziran 2009**

Faruk BATAN tarafından hazırlanan “BOR YAĞININ AĞAÇ MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak kabul edilmiştir. 17/06/2009

<u>Unvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>	<u>İmzası</u>
Başkan: Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)	
Üye : Yrd.Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL (KBÜ)	
Üye : Yrd.Doç. Dr. Metin KAYA (KBÜ)	

22/06/2009

KBÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu bu tez ile Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

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.”*

*F. Batan*  
Faruk BATAN

## **ÖZET**

**Yüksek Lisans Tezi**

### **BOR YAĞININ AĞAÇ MALZEMENİN BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

**Faruk BATAN**

**Karabük Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı:**

**Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ**

**Haziran 2009, 72 Sayfa**

Bu çalışmada, sanayi atığı bor yağı ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin (Göknar, Doğu Kayını, Sarıçam) bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, deney örnekleri ASTM-D 1413 esaslarına göre iki farklı metodla emprenye edilmiştir. Birinci metotta 1 saat ön vakum ve daha sonra 1 saat 4 atm basınç altında emprenye sıvısına tabi tutulup dolu hücre metodu, ikincisinde ise 1 saat daldırma metodu uygulanmıştır.

Deneyler sonucunda; en yüksek retensiyon miktarı ve oranı sarıçam odunu basınç örneklerinde, yoğunluklar kayın odunu basınç örneklerinde, rutubet sarıçamda, ağırlık kaybı kayın kontrol örneklerinde, sıcaklık kayın basınç örneklerinde, O<sub>2</sub> göknar kontrol örneklerinde, CO<sub>2</sub> kayın basınç örneklerinde, CO kayın basınç örneklerinde ve yanmamış parça ve kül sarıçam basınç örneklerinde elde edilmiştir. Mekanik dirençlerde; en yüksek eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, basınç

direnci ve dinamik eğilme direnci kayın kontrol örneklerinde, en düşük basınç yöntemi ile emprenye edilen göknar örneklerinde elde edilmiştir.

Sonuç olarak ağaç malzeme bor yağıyla emprenye edilmişse fiziksel etkilere maruz kalacağı alanlarda basınç yöntemiyle, mekanik etkilere maruz kalacağı ortamlarda kullanılacaksa daldırma yöntemiyle emprenye edilmesi önerilebilir.

**Anahtar Sözcükler:** Emprenye, Bor Yağı, Yanma, Ağaç Malzeme

**Bilimsel Kod** : 626.28.01

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **DEFINITION OF SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD MATERIALS IMPREGNATED WITH BORAN OIL**

**Faruk BATAN**

**Karabük University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Furniture and Decoration Education**

**Thesis Advisor:**

**Assoc. Prof. Dr. Ayhan OZCIFCI**

**June 2009, 72 Pages**

In this study, it is aimed at defining some physical and mechanical characteristics of wood material (Abies, Fagus Pressure, Scotch Pine) impregnated with the waste of boron oil. For this aim, specimen materials have been impregnated with two different methods according to ASTM-D 1413 standards. In the first method, full cell method, for an hour the wood materials have been vacuumed for an hour and then they have been impregnated under 4 atm for an hour. As for the second method, they have been immersed in boron oil for an our.

The result of the experiments show that the highest amount of retention, ratio, unburnt pieces and ash have been observed on Scotch Pine specimen, the highest intensity, temperature, CO<sub>2</sub> and CO have been observed on Fagus Pressure specimen. As for the highest humidity ratio, it has been detected on Scotch pine. The highest weight loss has occurred on Fagus pressure control and the highest O<sub>2</sub> ratio

has been seen on Abies control specimen. In mechanical resistance, the highest bending resistance, modulus of elasticity, pressure and dynamic bending resistance have been obtained in Fagus pressure control specimen. As for the lowest values, they have been obtained in Abies specimen impregnated with the lowest pressure technique.

As a conclusion, the wooden material should be impregnated by pressure method if it is to be used in the fields which will be exposed to physical pressure. Moreover, it should be impregnated by dipping method if it is to be used in the fields which will be exposed to mechanical pressure.

**Keywords** : Impregnation, Boron Oil, Combustion, Wood Material

**Scientific Code** : 626.28.01

## TEŞEKKÜR

“Bor Yağının Ağaç Malzemenin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi” konulu bu çalışmada; çalışmanın yönlendirilmesi, sorunların giderilmesi ve çalışmanın sonuçlandırılmasında hiçbir yardım ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ’ ye, deneylerin yapılmasında her türlü olanağı sağlayan, görüş ve önerileriyle deneylerin yapılmasında ve değerlendirilmesinde büyük katkısı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN’ a, tezimi sonuçlandırmama gösterdikleri ilgi ve yardımlardan dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Şeref KURT ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI’ ya, deney örneklerinin hazırlanması ve deneylerin yapılması sırasında Karabük Teknik Eğitim Fakültesi ve Safranbolu Meslek Yüksek Okulu Mobilya ve Dekorasyon Atölyeleri Teknik Personellerine, empenye maddesini temin etmede yardımını esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Birhan IŞIK’a, deney sırasında ve sonrasında yardımını esirgemeyen Sayın Dursun SEFEROĞLU, Süleyman BÜYÜKSOYLU ve Sayın Uğur ULU ‘ya ve öğrenim hayatım boyunca destekleri ile hep yanımda olan aileme teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	İV
ABSTRACT .....	VI
TEŞEKKÜR .....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	İX
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XII
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	XIII
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	XVI
BÖLÜM 1 .....	1
GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ.....	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
BÖLÜM 2 .....	11
MALZEME VE METOD .....	11
2.1. AĞAÇ MALZEME .....	11
2.1.1. Sarıçam (Pinus Sylvestris L.).....	11
2.1.2. Doğu kayını (Fagus Orientalis L.).....	11
2.1.3. Uludağ Göknaarı (Abies Bornmülleriana Mattf ).....	12
2.2. EMPRENYE MADDESİ.....	13
2.2.1. Bor Elementi .....	13
2.2.2. Bor Yağı.....	15
2.3. DENEY METODU.....	15
2.3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	15

2.3.2. Emprenye işlemi.....	16
2.3.3. Emprenye Çözeltilisinin Hazırlanması .....	17
2.4. DENEYLERİN YAPILIŞI.....	17
2.4.1. Ağaç Malzemenin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin	
Deneyler.....	17
2.4.1.1. Retensiyon Miktarı ve Oranları .....	17
2.4.1.2. Yoğunluklar.....	18
Tam Kuru Yoğunluk.....	18
Hacim Yoğunluk Değeri.....	19
2.4.1.3. Rutubet Tayini .....	19
2.4.1.4. Yanma Deneyi .....	19
2.4.2. Ağaç Malzemenin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin	
Deneyler.....	21
2.4.2.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Deneyi.....	21
2.4.2.2. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Deneyi.....	23
2.4.2.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Deneyi.....	24
2.5. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ .....	26
BÖLÜM 3 .....	27
BULGULAR .....	27
3.1. AĞAÇ MALZEME VE DENEY TÜRLERİ .....	27
3.2. EMPRENYE MADDESİ.....	28
3.3. AĞAÇ MALZEMENİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN	
BULGULAR.....	28
3.3.1. Retensiyon (Tutunma) Miktarı ve Oranı (%).....	28
3.3.1.1. Retensiyon (Tutunma) Miktarları.....	28
3.3.1.2. Retensiyon (Tutunma) Oranı (%).....	30
3.3.2. Yoğunluklar .....	32
3.3.2.1. Tam Kuru Yoğunluk.....	32
3.3.2.2. Hacim Yoğunluk Değeri .....	34
3.3.3. Rutubet Tayini.....	36
3.3.4. Yanma Deneyi Sonuçları .....	37

3.3.4.1. Ağırlık Kaybı Değerleri .....	37
3.3.4.2. Sıcaklık Değerleri .....	39
3.3.4.3. O <sub>2</sub> Miktarı.....	42
3.3.4.4. CO <sub>2</sub> Miktarı .....	44
3.3.4.5. CO Miktarı .....	46
3.3.4.6. Yanmamış Parça ve Kül Miktarı .....	49
3.4. AĞAÇ MALZEMENİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN	
BULGULAR.....	52
3.4.1. Eğilme Direnci Değerleri.....	52
3.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri .....	54
3.4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri .....	56
3.4.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Değerleri.....	59
BÖLÜM 4 .....	62
SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	62
4.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	62
4.2. ÖNERİLER.....	66
KAYNAKLAR.....	68
ÖZGEÇMİŞ.....	72

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 2.1. Yanma deney düzeneği.....	20
Şekil 2.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyi.....	22
Şekil 2.3. Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi.....	24
Şekil 2.4. Dinamik eğilme (şok) direnci deneyi.....	25
Şekil 3.1. Ağaç malzemede emprenye çeşidine göre retensiyon miktarı.....	30
Şekil 3.2. Ağaç malzemede emprenye çeşidine göre retensiyon oranları.....	32
Şekil 3.3. Ağaç malzemede tam kuru yoğunluklar.....	34
Şekil 3.4. Ağaç malzemede hacim yoğunluk .....	36
Şekil 3.5. Ağaç malzemede rutubet .....	36
Şekil 3.6. Ağaç malzemede ağırlık kaybı.....	39
Şekil 3.7. Ağaç malzemede sıcaklık değerleri.....	41
Şekil 3.8. Ağaç malzemede yanma sırasında ölçülen O <sub>2</sub> değerleri.....	44
Şekil 3.9. Ağaç malzemede yanma sırasında ölçülen CO <sub>2</sub> değerleri .....	46
Şekil 3.10. Ağaç malzemede yanma sırasında ölçülen CO değerleri .....	48
Şekil 3.11. Ağaç malzemede yanma sonucunda geriye kalan yanmamış parça ve kül miktarları.....	51
Şekil 3.12. Ağaç malzemede eğilme direnci.....	54
Şekil 3.13. Ağaç malzemede eğilmede elastikiyet modülü.....	56
Şekil 3.14. Ağaç malzemede basınç direnci.....	58
Şekil 3.15. Ağaç malzemede dinamik eğilme (şok) direnci.....	61

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 2.1. Bor yağı özellikleri.....	15
Çizelge 3.1. Malzeme türü ve deney çeşidi.....	27
Çizelge 3.2. Emprenye maddesinin özellikleri.....	28
Çizelge 3.3. Emprenye maddesinin ortalama retensiyon miktarı (g) .....	29
Çizelge 3.4. Emprenye maddesinin tutunma miktarı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları.....	29
Çizelge 3.5. Retensiyon Duncan testi sonuçları (g).....	30
Çizelge 3.6. Emprenye maddelerinin ağaç malzeme türüne göre ortalama retensiyon oranı (%) .....	31
Çizelge 3.7. Emprenye maddesinin tutunma oranı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları.....	31
Çizelge 3.8. Retensiyon Duncan testi sonuçları (%) .....	32
Çizelge 3.9. Tam kuru yoğunluklara ait ortalama değerler ( $g/cm^3$ ) .....	33
Çizelge 3.10. Emprenye maddesinin tam kuru yoğunlukları üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları.....	33
Çizelge 3.11. Hacim yoğunluk ortalama değerleri ( $g/cm^3$ ).....	34
Çizelge 3.12. Emprenye maddesinin hacim yoğunluk değeri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları .....	35
Çizelge 3.13. Hacim yoğunluk Duncan testi sonuçları ( $g/cm^3$ ) .....	35
Çizelge 3.14. Ortalama rutubet değerleri (%) .....	36
Çizelge 3.15. Ağırlık kaybı ortalama değerleri (%) .....	37
Çizelge 3.16. Emprenye maddesinin ağırlık kaybı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları .....	38
Çizelge 3.17. Ağırlık kaybı Duncan testi sonuçları (%) .....	38
Çizelge 3.18. Ortalama sıcaklık değerleri ( $^{\circ}C$ ).....	39

Çizelge 3.19. Emprenye maddesinin sıcaklık (°C) değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	40
Çizelge 3.20. Sıcaklık değerlerine ait Duncan testi sonuçları (°C) .....	41
Çizelge 3.21. Ortalama O <sub>2</sub> değerleri (%) .....	42
Çizelge 3.22. Emprenye maddesinin O <sub>2</sub> değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	43
Çizelge 3.23. Ölçülen ortalama O <sub>2</sub> değerleri Duncan testi sonuçları (%).....	43
Çizelge 3.24. Ortalama CO <sub>2</sub> değerleri (%).....	44
Çizelge 3.25. Emprenye maddesinin CO <sub>2</sub> değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	45
Çizelge 3.26. Ölçülen ortalama CO <sub>2</sub> değerleri Duncan testi sonuçları (%) .....	45
Çizelge 3.27. Ortalama CO değerleri (ppm) .....	46
Çizelge 3.28. Emprenye maddesinin CO değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	47
Çizelge 3.29. Ölçülen ortalama CO değerleri Duncan testi sonuçları (ppm).....	48
Çizelge 3.30. Ortalama yanmamış parça ve kül miktarları değerleri (%) .....	49
Çizelge 3.31. Emprenye maddesinin yanmamış parça ve kül miktarı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	50
Çizelge 3.32. Ölçülen yanmamış parça ve kül miktarları Duncan testi sonuçları.....	50
Çizelge 3.33. Eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) .....	52
Çizelge 3.34. Emprenye maddesinin eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	53
Çizelge 3.35. Eğilme direnci Duncan testi sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ) .....	53
Çizelge 3.36. Eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm <sup>2</sup> ).....	54
Çizelge 3.37. Emprenye maddesinin eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.....	55
Çizelge 3.38. Eğilmede elastikiyet modülü Duncan testi sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ).....	56
Çizelge 3.39. Basınç dirençleri ortalama değerleri (N/mm <sup>2</sup> ) .....	57

**Sayfa**

Çizelge 3.40. Emprenye maddesinin basınç direnci üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları .....	57
Çizelge 3.41. Basınç direnci Duncan testi sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ).....	58
Çizelge 3.42. Dinamik eğilme dirençleri ortalama değerleri (kgm/cm <sup>2</sup> ).....	59
Çizelge 3.43. Emprenye maddesinin dinamik eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 3.44. Dinamik eğilme Duncan testi sonuçları (kgm/cm <sup>2</sup> ) .....	60

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış fakat tez metni içinde açıklanmamış olan bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamalar ile birlikte sunulmuştur.

### SİMGELER

R	: Retensiyon (tutunma) miktarı
R(%)	: Retensiyon (tutunma) oranı
T1	: Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı
T2	: Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı
V	: Örnek hacmi
D0	: Tam kuru yoğunluğu
Mo	: Tam kuru ağırlık
Vo	: Tam kuru haldeki hacim
Y	: Hacim yoğunluk değeri
Vd	: Doygun haldeki hacim
F max	: Kopma anındaki maksimum kuvvet
X	: Ortalama
O <sub>2</sub>	: Oksijen
°C	: Santigrat derece
CO	: Karbon monoksit
CO <sub>2</sub>	: Karbon dioksit
(σ <sub>E</sub> )	: Eğilme direnci
E-modülü	: Elastikiyet modülü
(σ <sub>B</sub> )	: Liflere paralel basınç direnci
N	: Newton



mm	: milimetre
mm <sup>2</sup>	: milimetrekare
cm	: santimetre
cm <sup>2</sup>	: santimetrekare
cm <sup>3</sup>	: santimetreküp
kg	: kilogram
m	: metre

### **KISALTMALAR**

TS	: Türk Standardı
TS EN	: Türk Standardı
ASTM	: American society for testing and materials
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
BA	: Borik Asit
BX	: Boraks
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ VE LİTERATÜR ÖZETİ

#### 1.1. GİRİŞ

Ahşap, insanoğlunun çeşitli ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla eskiden beri doğadan kolayca elde ettiği ilk doğal malzemedendir. Ancak doğal olması sebebiyle mikroorganizmalar ve diğer dış faktörler tarafından yıkımlanmaktadır. Bu nedenle ahşabın korunması gerekmektedir. Bu amaçla çeşitli kimyasal maddeler kullanılmaktadır. En çok da borlu bileşikler koruma amaçlı kullanılmaktadır.

Çok çeşitli sektörlerde kullanılan bor mineralleri ve ürünlerinin kullanım alanları giderek artmaktadır. Üretilen bor minerallerinin % 10'a yakın bir bölümü doğrudan mineral olarak tüketilirken geriye kalan kısmı bor ürünleri elde etmek için kullanılmaktadır (Güler H., Demir Baykal E., 2003).

Bor ürünleri uzay ve hava araçları, nükleer uygulamalar, askeri araçlar, yakıtlar, elektronik ve iletişim sektörü, tarım, cam sanayi, kimya ve deterjan sektörü, seramik ve polimerik malzemeler, nanoteknolojiler, otomotiv ve enerji sektörü, metalurji ve inşaat gibi 500'e yakın alanda kullanılmaktadır. Ancak tüketilen bor ürünlerinin %80'e yakını cam, seramik-frit, tarım ve deterjan sektörlerinde yoğunlaşmıştır (İnternet 1, 2009).

Mobilya sektöründe bor ürünlerinden borik asit ve boratlar selülozik maddelere ve ateşe karşı dayanıklılık sağlarlar. Tutuşma sıcaklığına gelmeden selülozdaki su moleküllerini uzaklaştırırlar ve oluşan kömürün yüzeyini kaplayarak daha ileri bir yanmayı engeller (İnternet 2, 2009).

Bor yağı; talaşlı imalat sırasında malzemelerin ve kesici takımların aşırı ısınmasını engellemek, bunları soğutmak ve ayrıca kullanılan malzemelerin ve tezgâhların paslanmasını önlemek amacıyla kullanılan su bazlı sentetik yağ türüdür. Bor yağı ile su karıştırılarak bir sıvı elde edilir. Kullanılan takımların ve tezgâhların ısınmasını ve aşınmasını önleyerek zamandan tasarruf sağlar, dolayısıyla hem iş kaybına engel olur hem de maddi olarak kazanç elde edilir. Borlu bileşikler birçok alanda kullanılmasının yanında ağaç malzemenin korunmasında da kullanılmaktadır.

Ağaç malzeme; hafifliği oranında yüksek direnç özelliğine sahiptir, ses ve ısıyı yalıtma özelliği yüksektir; işlenmesi, çivilenmesi ve birleştirilmesi kolaydır; kimyasal maddelere karşı dirençlidir; en önemlisi ise yenilenebilir bir madde oluşudur. Bu üstün özelliklerine karşılık; yanabilir, mantar ve böcekler tarafından kolayca tahrip edilebilir (Erten,1998). Doğal haliyle açık hava etkisinde bırakılan ağaç malzeme çeşitli biyotik ve abiyotik zararlıların etkilerine açık olduğundan emprenye edilmesi veya estetik öneme sahip olanların koruyucu katman gereçlerle kaplanması gerekir (Sönmez, 1995).

Ağaç malzemenin tüketimi yerine alternatif malzeme olarak laminasyon sistemi uygulanırsa, aynı zamanda laminede kullanılan papel kaplamaların emprenye edildikten sonra kullanılması daha fazla avantaj sağlayacaktır (Özçifçi, 2001).

Ağaç malzemenin dezavantajlarını ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için ağaç malzemeyi emprenye yapılabilir.

Emprenye, ahşap malzemenin bünyesinde oluşan çürüme, yanma ve çalınmasını önlemek amacıyla belli standart ve normlara göre özel tesislerde değişik kimyasal maddelerin ağaç malzemeye nüfuz ettirilmesi işlemidir. Emprenye işlemi sonucunda ahşap malzemenin ömrü 7-8 kat daha artmaktadır. Doğal koşullarda kalan, emprenye işlemine tabii tutulmamış ağaç malzeme beş yıldan daha kısa bir zamanda tahrip olabilmektedir (Sheard, 1988).

Kolay işlenmesi, sese ve ısıya karşı yalıtkanlığı, doğal yapısından kaynaklanan renk, tekstür ve estetik özellikleri; ağaç malzemenin değerini her geçen gün arttırmakta ve talep yaratmaktadır. Bu talebin karşılanabilmesi için ormanların bilimsel esaslara uyularak işletilmesi ve kesilen ağaçların verimli kullanılması gerekmektedir.

Bor yağı talaşlı üretimde metal aşınmasını veya sürtünmesini azaltmak ve soğutma amaçlı kullanılmakta, soğutmada kullanılan bor yağı tekrar kullanılamamakta ve atılmaktadır.

Bu çalışmada sanayi endüstrisinde atılan bor yağının yeniden arındırılarak ağaç malzemeyi koruma amaçlı kullanılmasının denenmesi amaçlanmıştır. Ağaç malzemeyi koruma amaçlı bor yağının kullanılmasına, literatür taramasında benzer çalışma bulunamamıştır. Ağaç malzemeyi koruma amaçlı bor yağının da bu alanda denenmesi ve olumlu olması halinde tekrar endüstriye ve milli ekonomiye kazandırılması düşünülmektedir. Bu amaçla; göknar, Doğu kayını ve sarıçamdan elde edilen ağaç malzemenin atık bor yağı ile ASTM D 1413 esaslarına göre emprenye edilmesi sonucu: yoğunlukları, rutubet oranı, retensiyon miktarı, eğilme direnci, basınç direnci, dinamik eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yanma değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## **1.2. LİTERATÜR ÖZETİ**

Odununda mikrobiyolojik bozunma, odun rutubetinin % 20'nin üstüne çıktığı durumda başlar. Ağaç malzemedede meydana gelebilecek zararları önlemek ve kullanım ömrünü uzatmak için koruyucu kimyasal maddelerle emprenye edilmesi ve ikincil bir işlem olarak iç ve dış koşullara göre korunması ve estetiğinin artırılması önem kazanmaktadır (Yalınkılıç, 1993).

Odunun korunması, ağacın kesimden son kullanım yerini de içine alan bir süreçte muhtemel zararlı etmenlere karşı önlem alınmasıyla gerçekleşir. Bu önlemler kurutma, uygun depolama ve istifleme gibi teknik önlemlerin yanında, kullanım yerine uygun kimyasal maddeler ile emprenye edilmesidir (Winady and Morell, 1990).

Biyolojik zararlıların oduna zarar vermesini önlemek amacıyla, borlu bileşiklerle empenye edilmesinin kullanım ömrünü uzatacağı deneylerle saptanmıştır (Winandy, 1990).

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

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

Emprenye işleminin etkinliği; koruyucu maddenin zehirliliği, nüfuz derinliği ve tutunma miktarına (retensiyon), ağaç malzemenin empenye edilebilmesi ise, odunun anatomik yapısı, daha önce yapılan kurutma ve yarık açma işlemine bağlıdır. İğne yapraklı ağaçlarda kenarlı geçit çiftlerinde geçit aspirasyonu ile yapraklı ağaç lümenlerinde tül oluşumu ve geçit zarı üzerindeki açıklıklarda yabancı madde depolanması odunun empenye edilmesini güçleştirir. Dolayısıyla empenyeden önce yuvarlak gövde kısımlarında kabuk soyulur ve ağaç malzeme, lümenlerindeki serbest su % 20 rutubete kadar kurutularak empenye maddesinin nüfuz etmesi sağlanır (Örs ve Keskin, 2001).

Ağaç malzemenin korunmasında kullanılacak empenye maddeleri aşağıda belirtilen özellikleri taşımalıdır:

Mikroorganizmalar için yüksek düzeyde zehirli olması,

Kolay yıkanıp çıkmaması,

Metallerde korozyona sebep olmaması,

Ucuz olması,

Kolay bulunması ve uygulanabilir olması,

Yanmaması (Bozkurt ve Göker, 1986).

Su ile çözünen borlu emprenye maddeleri oda sıcaklığında en fazla % 6 oranında çözülebilmektedir. Bunun üzerindeki sulu konsantrasyonlar dışarıdan bir müdahale ile (çözücü suyun ısıtılması, vb.) sağlanabilmektedir. Ancak bu tür müdahaleler emprenye maddesinin kimyasal özelliklerini bozucu olumsuz etki yaparak istenilen sonucu vermeyebilir (Baysal vd, 2003).

Bor, temizlik maddelerinden uzay teknolojisine kadar yayılan ve çok geniş bir alanda kullanılan bir madde olmasının yanı sıra dünyanın en büyük bor rezervlerinin Türkiye’de bulunması açısından da büyük önem taşımaktadır. Borun ileri teknoloji gerektiren endüstriyel alanlarda kullanımının gittikçe artması, hammadde olarak kullanılmasını ve değerini daha da arttırmaktadır (Acarkan, 2002).

Dünyanın toplam bor rezervlerinin B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bazında 1,2 milyar ton olduğu tahmin edilmekte ve bu rezervlerin % 70’i Türkiye’de bulunmaktadır (İnternet 1, 2009)

Türkiye’nin bilinen bor yataklarını Bigadiç-Balıkesir (kolemanit, üleksit), Kırka-Eskişehir (tinkal), Emet-Kütahya (kolemanit) ve Kestelek-Bursa (kolemanit, üleksit, probertit) oluşturmaktadır. Türkiye’nin 800 milyon ton dolayında olan rezervinin %64,4’ünü kolemanit, % 31,8’ini tinkal ve % 3,8’ini üleksit mineralleri oluşturmaktadır (DPT, 2000).

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

Doğu kayını ve sarıçam odunları ASTM-D 1413–76 esaslarına göre 1 saat vakum 1 saat normal atmosfer basıncı uygulanarak tanalith CBC ile emprenye edilmişlerdir. Sonuçta kayın odununda retensiyon oranı % 2,11, retensiyon miktarı 9,90 kg/m<sup>3</sup> sarıçamda ise retensiyon oranı % 1,60 retensiyon miktarı 4,85 kg/m<sup>3</sup> bulunmuştur (Atar, 1999).

Tam kuru haldeki en yüksek yoğunluk ise, kayın odununda borik asit+boraks+stiren ve izosiyanat, sarıçam odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile elde edilmiştir (Örs vd, 1999).

Hacim yoğunluk değeri; en yüksek sarıçamda T-C 3310 (0,89 g/cm<sup>3</sup>), en düşük kavak odununda Bo+Ba (0,40 g/cm<sup>3</sup>) ile elde edilmiştir. Hacim yoğunluk değerinin en yüksek sarıçamda elde edilmesi odunun orta derecede emprenye edilebilmesi yanında geçit çiftlerinin açık olmasından kaynaklanabilir. Bunda uygulanan emprenye yöntemi ve kullanılan emprenye maddesi de etkili olabilir (Özçifçi, 2001).

Sahil çamı ve melez kavak odunları, stiren ve MMA ile 30 dk. 7 cm/Hg<sup>-1</sup> vakum ve 24 saat normal oda sıcaklığında daldırma yöntemiyle emprenye edildikten sonra yoğunluklarının 2,5 kat arttığı saptanmıştır (Yalınkılıç, 1993)

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye işleminin ağaç malzeme ağırlığında meydana getirdiği değişiklikler araştırılmıştır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris* Lipsky) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunlarından hazırlanan deney örnekleri polietilen glikol (PEG-400), amonyum sülfat (AS), diamonyum fosfat (DAP), vacsol (V) ve su itici maddelerden stiren, metilmetakrilat, izosiyanat ile ve ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Sonuç olarak; emprenye işleminden sonra ölçülen hava kuru haldeki en yüksek yoğunluk kayın odununda stiren ve metilmetakrilatın tek başına kullanımında, sarıçam odununda su itici maddelerin tek başına ve ikincil işlem olarak kullanımında gerçekleşmiştir. Tam kuru haldeki en yüksek yoğunluk ise, kayın odununda borik asit+boraks+stiren ve izosiyanat, sarıçam odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile elde edilmiştir (Örs vd, 1999).

Sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri, sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat ve çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen örneklerin yanma özelliklerinin basınçlı yöntemle emprenye edilenlere göre istatistiksel bakımdan daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Örs vd, 1999).

Borlu bileşiklerin sulu çözeltileri ve ikincil olarak çeşitli su itici maddeler kullanarak emprenye edilen Douglas göknarı odununda, borlu bileşiklerin, su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Yalınkılıç vd, 1997).

Odun yanabilen bir maddedir. Bu bakımdan, odunun yanmaya karşı direncinin artırılması için, kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması birçok kullanım yerinde zorunlu görülmektedir (Le Van and Winandy, 1990).

Sarıçam odunu örnekleri sodyum perborat, Sodyum tetra borat, İmersol (1-WR 2000) ve Tanalith-CBC (T-CBC) maddeleri ile daldırma metoduna göre emprenye edildikten sonra D-VTKA tutkalı kullanılarak üretilen 3 katmanlı LAM ASTM-E 69 standardında belirlenen esaslara göre yanma özellikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak en fazla; kütle kaybı (60,83 g) I- WR 2000 ile işlem gören lamine örneklerde, CO miktarı (6340,85) T-CBC ile işlem gören masif malzemede, CO<sub>2</sub> miktarı (% 7,48), O<sub>2</sub> miktarı (% 13,03) ve ilk ağırlığa oranla en fazla yanma (% 82,73) kontrol örneğinde, sıcaklık artışı (406,55 °C) T- CBC ile işlem gören lamine örneklerde elde edilmiştir. Buna göre; örneklerin yanma deneyinde sodyum tetra- borat ve sodyum perborat yanmayı azaltıcı emprenye maddesi olarak tespit edildiğini bildirmişlerdir (Özen vd, 2000).

Organik polimer özellikli ağaçtan kumaşa kadar geniş bir yelpazede malzemelere tutuşma, alev yayılması, duman yoğunluğu testleri uygulanmıştır. Yapılan tutuşma deneyi sonucunda 5,6 w/cm<sup>2</sup> ısı değerinde üst yüzeysiz sert lif levha (HDF), meranti kontrplak ve PVC kaplaması tutuşma dayanımını en iyi sağlayan malzemeler olarak tespit edilmiştir. ASTM-E 162 'ye göre yapılmış olan alev yayılması deneyi sonuçlarına göre polyester ve polimetil metakrilat malzemelere göre, ağaç malzemelerin alev yayılma değerleri daha düşük çıkmıştır (Hilado and Murphy, 1979).

Ağaç malzeme, sıcaklığı 100°C'nin üzerine çıkacak şekilde ısıtıldığında içerisindeki kimyasal maddelerde bozunma başlamaktadır. Bu sıcaklıkta önce odunun rengi koyulaşır, fazla su dışarı atılır ve ağaç malzeme ağırlığını kaybetmeye başlar.



Sıcaklık 100–200 °C'ler arasında olduğunda bozunma oldukça yavaştır. Odun içerisinde kalan su ile birlikte CO<sub>2</sub> ve CO gazı çıkar. Bu sıcaklıklarda odunsu yapı yavaş yavaş bozunmakta, piroliz (sıcaklık etkisi ile bozunma) olayı başlamaktadır. Sıcaklık 200 °C'nin üzerine çıktığında piroliz hızlanmaya başlar. 260–350 °C'ler arasında piroliz hızlanır. Bu sıcaklıklarda yanıcı gazlar çıkar. Ağaç malzeme oksijenli bir ortamda (havada) bu sıcaklıklara kadar ısıtıldığında, çıkan yanıcı gazlar herhangi bir alev kaynağından tutuşabildiği gibi, sıcaklık yeterli yüksekliğe ulaşırsa kendi kendine de tutuşabilir. 270 °C üzerinde, ısınma hızı gaz çıkması için gerekli ısıdan daha büyük olduğundan, yanma meydana gelmektedir. Yanma, yeterli derecede yüksek sıcaklık muhafaza edildiği sürece devam etmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Odunun kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C'ye çıkarılması gerekmektedir. Bu bakımdan ağaç malzemenin yanmaya karşı direncinin artırılması için kimyasal maddelerle emprenye edilmesi birçok kullanım yerinde zorunlu görülmüştür (Le Van and Winandy, 1990).

Borik asit ve boraksın çeşitli karışımları ile birlikte kullanılması durumunda, ağaç malzemenin yanma direncini daha olumlu yönde arttırdığı belirlenmiştir (LeVan and Tran, 1991).

Odunun biyotik ve abiyotik zararlılara karşı korunması amacıyla kullanılan çeşitli emprenye maddelerinin kızılâğaç odununda yanma özelliklerine etkileri araştırılmış ve borlu bileşiklerin kızılâğaç odununda yanmayı önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir. Tuzların (Borik asit ve Borax) özellikle dış ortam tesirinde yıkanmasını önlemek amacıyla Stiren, Metilmetakrilat ve Stiren + Metilmetakrilat karışımı ikinci işlem olarak uygulandığını bildirmiştir (Uysal, 1998).

Odunda yanma direnci; odun cinsi, kömürleşme derecesi ve odunun özgül kütlesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişmekte ve bazı işlemler ile kömürleşme derecesi üzerinde de önemli etkileri bulunmaktadır (Ellis et al, 1984).

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 (Yıldız vd, 2004).

% 1'lik borik asit ile işlem gören lamine levhaların elastiklik modülü değerlerinin işlemsiz (kontrol) örneklerine oranla % 5,1 azaldığını bildirmişlerdir. (Çolakoğlu vd, 2003).

Kayın odunundan hazırlanan lamine levhalar ön işlem olarak borik asit ile emprenye işlemine tabi tutulmuş daha sonra lamine levhaların çeşitli mekanik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, borik asit ile emprenye işleminin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde az bir düşüşe sebep olduğu, yalnız bu düşüşün, istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Çolakoğlu vd, 2003).

Sarıçamdan elde edilmiş LVL ve masif sarıçamın eğilme direncini sırasıyla 107,09 N/mm<sup>2</sup>, 104,21 N/mm<sup>2</sup> olarak, eğilmede elastiklik modülünü sırasıyla 10354,87 N/mm<sup>2</sup>, 10070,14 N/mm<sup>2</sup> olarak, basınç direncini sırasıyla 58,59 N/mm<sup>2</sup>, 55,94 N/mm<sup>2</sup> olarak, makaslama direncini sırasıyla 8,47 N/mm<sup>2</sup>, 8,21 N/mm<sup>2</sup> olarak bildirmişlerdir (Keskin vd, 2003).

Duğlas göknarı odununda yıllık halka genişliğinin eğilme ve basınç direncini % 2,5, özgül ağırlığını % 32 oranında etkilediği belirlenmiştir (Dastin et al,1982).

Bor maddesinin odundaki selüloz zincirlerini hidrolize etmesi sebebiyle direnci düşürdüğü belirtilmektedir (Kollmann and Cote, 1968).

Ülkemizde Belgrad ormanlarında suni olarak yetiştirilmiş Duğlas göknarı odunlarının liflere paralel basınç direnci 441 kg/cm<sup>2</sup> bulunmuştur (Bozkurt vd, 1992).

Emprenye maddeleri lamine ağaç malzemedeki basınç direncini kayında % 17,3, sarıçamda % 15,9 oranında azaltmıştır. Buna göre asidik özellik taşıyan emprenye maddeleri yapışmayı sağlayan tutkal tabakasında ve odun yapısında bulunan ligninde bozulmalara neden olarak direncin azalmasına, yapışmanın zayıflamasına ve katmanların kolay ayrışmasına neden olmuştur (Özçifçi, 2001).

Emprenye işlemlerinde kullanılan % 1 konsantrasyondaki CCA emprenye maddesi çözeltisinin, dinamik eğilme direnci üzerindeki etkilerini belirlemek için, CCA ile emprenye edilen ve kurutma işlemleri uygulanan örneklerde elde edilen dinamik eğilme direnci değerleri, kontrol ve su ile emprenye edilen örneklerle karşılaştırmıştır. Yapılan test sonuçlarında, CCA emprenye maddesi ile yapılan emprenye işleminin, dinamik eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsizdir (Kartal, 1998).

Ağaç malzemeyi çürüklük mantarlarına karşı korumada % 0,3–0,8 borik asit çözeltisinin (BAE) yeterli koruma sağladığı belirlenmiştir (Murphy et al,1993).

## BÖLÜM 2

### MALZEME VE METOD

#### 2.1. AĞAÇ MALZEME

Deney örneklerinin hazırlanmasında mobilya imalat endüstrisinde yaygın olarak kullanılan; Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*), Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*), Uludağ Göknarı (*Abies Bornmülleriana Mattf*) kullanılmıştır.

##### 2.1.1. Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*)

Çamlar, Pinaceae familyasının en önemli cinslerinden biridir. Ülkemizde 5 tür ile temsil edilmektedir. Sarıçam 30-45 m boy, 0,6-1,0 m çap yapmakta, gövde şekli düzgün ve dolgun olup, kullanılabilir gövde uzunluğu 18-20 m dir. Diri odun 5-10 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun kırmızımsı sarı ve kırmızımsı kahverengindedir. Kesimden sonra daha da koyulaşır. Yıllık halka sayıları belirgin ve hafif dalgalıdır. Yaz odunu koyu renkli olup, açık renkli ilkbahar odunu ile kontrast renk yapar. Taze halde iken reçine kokuludur. Dekoratif bir görünüşü vardır. Odunu oldukça sert ve orta ağırlıktadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

Tam kuru ( $D_0$ )  $0,49 \text{ g/cm}^3$  ve hava kurusu yoğunluğu ( $D_{12}$ )  $0,52 \text{ g/cm}^3$  tür. E-modülü  $11700 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci ( $\sigma_E$ )  $98 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel çekme direnci ( $\sigma_g$ )  $102 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel basınç direnci ( $\sigma_B$ )  $54 \text{ N/mm}^2$ 'dir (Bozkurt ve Erdin 2000).

##### 2.1.2. Doğu kayını (*Fagus Orientalis L.*)

Fagaceae familyası türlerinden olup, ülkemizde doğal olarak yetişmektedir. Diri odun ile öz odun arasında renk farkı yoktur. Odunu kırmızımsı beyaz renktedir. Olgun odun özelliklerine sahiptir. Geniş öz ışınları çıplak gözle dahi görülebilmekte,

0,5-0,1 mm aralıkla uzanmakta ve kalın öz ışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. Radyal yüzeylerde koyu renkli geniş aynacıklar, teğet kesitte kırmızimsı iğ şeklinde lekeler halindedir. Odunu sert ve ağırdır (Bozkurt ve Erdin 2000).

Tam kuru ( $D_0$ )  $0,68 \text{ g/cm}^3$  ve hava kurusu yoğunluğu ( $D_{12}$ )  $0,72 \text{ g/cm}^3$  tür. E-modülü  $15700 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci ( $\sigma_E$ )  $120 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel çekme direnci ( $\sigma_g$ )  $132 \text{ N/mm}^2$ , liflere paralel basınç direnci ( $\sigma_B$ )  $60 \text{ N/mm}^2$ 'dir (Bozkurt ve Erdin 2000).

### **2.1.3. Uludağ Göknaarı (Abies Bornmülleriana Mattf )**

Bu alt tür Türkiye'ye özgü bir endemik takson olup, ünlü botanikçi Bornmueller'in adını almıştır. Uludağ Göknaarı, çoğunlukla 40 metreye değin boylanabilen birinci sınıf orman ağacı durumundadır. Diri ve öz odunda renk farkı yok, odun rengi sarımsı beyaz ile gri beyaz, yıllık halka sınırları belirgindir. İlkbahar odunundan yaz odununa geçiş yavaş, öz ışınları çok ince, makroskopik olarak görülmez. Doğal reçine kanalı yok, odunu yumuşak ve oldukça hafiftir. Karşılaşma yeri geçitleri 2–4 adet ve taxodioid tipte, kenar hücrelerinde dikdörtgen kesitli kristaller var. Yaz odununda piceoid tipte geçite rastlanabilir. Doğal reçine kanalı yoktur. Fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk  $0,4 \text{ g/cm}^3$ , hava kurusu yoğunluk  $0,429 \text{ g/cm}^3$ , hacim ağırlık değeri  $0,35 \text{ g/cm}^3$ , radyal daralma % 4,3, teğet daralma% 8,6, hacmen daralma % 13'dir. Mekaniksel özellikleri ise basınç direnci  $37 \text{ N/mm}^2$ , eğilme direnci  $73 \text{ N/mm}^2$ , elastikiyet modülü  $8300 \text{ N/mm}^2$ , çekme direnci  $62 \text{ N/mm}^2$ , makaslama direnci  $5 \text{ N/mm}^2$ , dinamik eğilme  $0,26 \text{ kgm/cm}^2$ , yarıлма direnci radyal  $0,65 \text{ N/mm}^2$ , yarıлма direnci teğet  $0,64 \text{ N/mm}^2$ , brinell sertlik liflere paralel  $19,5 \text{ N/mm}^2$ , brinell sertlik liflere dik  $8,6 \text{ N/mm}^2$ , islenme özelliği iyidir, kurutulabilme özelliği orta seviyede, dayanıklılık az ve empenye edilebilme güçlükle yapılabilir. Göknaar ağacı genellikle endüstride kaplama kontrplak, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kâğıt, müzik aletleri, ağaç kabuğu kullanılabilir (Merev, 1984, Yaltırık, 1993).

## 2.2. EMPRENYE MADDESİ

Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan bor yağı atığı Karabük Sanayisi ve Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Talaşlı Eğitim Ana Bilim Dalı bölümünden temin edilmiştir.

### 2.2.1. Bor Elementi

Bor, atom ağırlığı 10,811 gr olan, periyodik sistemin beşinci elementidir. Amorf bir hali ve ayrıca bilinen üç kristal şekli vardır. Reaktifler ile B-O veya B-S ve B-F bağları oluşturarak reaksiyona girer. Borun en önemli türevleri borik asit, boraks ve perboratlardır (Hafızoğlu vd., 1994). Ayrıca bor, 2,34 gr/cm<sup>3</sup> özgül ağırlıklı ve 2300 °C de eriyen bir elementtir. Doğada saf halde bulunmaz, oksijenle birleşerek bor tuzları, silikatlar halinde bulunur (Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 1997).

Rezerv bakımından dünya sıralamasında ilk sırayı alan Türkiye, üretiminin % 80'ini ham cevher olarak ihraç etmekte, ülke de borik asit, boraks ve sodyum perborat olarak kullanılmaktadır (Tümsek, 1987).

Odun koruma amaçlı, ticari anlamda ve bilimsel denemelerde kullanılan borlu bileşiklerden bazıları aşağıda verilmiştir (Karayazıcı vd, 1980).

- Borik asit
- Boraks
- Sodyum perborat
- Magnezyum borat
- Amonyum borat
- Di amonyum oktaborat
- Trietil borat
- Amonyum pentaborat
- Çinkoborat
- Amonyum fluoborat
- Di sodyum oktaborat
- Bakır metaborat

Borlu bileşiklerin odun koruma endüstrisinde tercih edilmelerinin nedenleri şöyle özetlenebilir (Hafızoğlu vd, 1994).

1. Yangın gibi, ağaç malzemenin yüksek sıcaklıkla karşı karşıya kaldığı durumlarda, dış tabakalardaki suyu süratle dışarı vererek hızla kömürleştirilmesi, böylece kömürleşen dış tabakadan içeriye ısının iletilmesini önleyerek yavaş yanmayı temin etmesi ve yangında acil müdahaleye zaman kazandırarak can ve mal kaybını azaltması,
2. Mantar ve böceklere karşı yüksek koruyuculuk etkisi,
3. Özellikle taze haldeki keresteye süratle ve derinlemesine nüfuzu ve böylece emprenyede pahalı tekniklere ihtiyaç duyulmaması,
4. Ülkemizde, ucuza bolca bulunabilme imkânı,
5. Arsenikli, florlu veya çevreye yayılma imkânı bulunan asidik ve bazik zehirli bileşikler içermemesi nedeniyle çevre dostu olması,
6. Suda veya yüksek rutubetli ortamlarda çözünebilirliği nedeniyle daha önceden koruyucu işlem görmüş veya görmemiş ahşap konstrüksiyonlarda tuz çubukları şeklinde ahşap üzerinde açılan deliklere yerleştirilmesi ve buralarda su veya rutubet etkisi ile çözünerek malzemeye yayılmasıyla tahribata engel olması vb.

Borlu bileşiklerin bu olumlu yönlerinin yanı sıra aşağıda özetlenen sakıncalı özellikleri bu bileşiklerin kullanımını sınırlamaktadır. Bunlar (Hafızoğlu vd, 1994).

1. Suyu kolayca yıkanıp odundan uzaklaştığından, dış ortamlarda kullanılmasının sınırlı olması,
2. Taze haldeki odunların emprenyesine difüzyon yöntemi ile uygunluk göstermesine karşın, difüzyon süresinin uzunluğu,
3. Diğer sektörlerde daha yaygın kullanımına karşın, odun koruma sektöründe kullanımının yaygın olmaması.

### 2.2.2. Bor Yağı

Bor yağı çeşitli metallerin işlenmesinde (kesme ve taşlama) su ile karıştırılarak kullanılan çok maksatlı metal işleme yağıdır. Alüminyum ve bakır alaşımları, yumuşak çelik ve dökme demir gibi metallerin hafif ve ağır talaş kaldırma işlemlerinde (talaş imalat), alüminyum çubukların sıcak çekilmesinde yağlayıcı ve soğutucu olarak kullanılır. Emülsiyon ömrünü kısaltan bakteri faaliyetini önleyici madde içerir. Malzemede iyi derecede soğutma ve işlenen yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlar. Ağır işlemlerde talaş kaynamasını kontrol altında tutar, böylece işlenen yüzeyin düzgün ve temiz olmasını sağlar ve kesici takımların ömrünü uzatır. Metal yüzeylerin paslanmasına engel olur, korozyonu önler. Çözeltide % 5 konsantrasyon tavsiye edilir ve pH oranı 8-9,5 arasındadır (İnternet 2, 2009, İnternet 3, 2009). Bor yağına ait özellikler Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Bor yağı özellikleri.

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	pH	Viskozite (4 mm/Din cup/ sn)	Emülsiyon Karışım Oranı(%)
0,95	8-9,5	25,08	5

Bu çalışmada bor yağı hazırlanan ağaç malzemenin emprenye edilmesinde kullanılarak, ağaç malzemenin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

Boraks ve sodyum pentaklorfenat kerestenin mavi renk almasını ve küf mantarları teşekkülünü önler. Bu maddeler yongaların depo edilmesi halinde de koruyucu olabilmektedirler (Bozkurt vd., 1988).

## 2.3. DENEY METODU

### 2.3.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Çalışmada kullanılacak olan deney örnekleri I. sınıf ağaç malzemenin, düzgün lifli, budaksız, çatlaksız, tül teşekkülü ve büyüme kusurları bulunmayan, renk ve



yoğunluk farkı olmayan, reaksiyon odunu bulunmayan, mantar ve böcek zararlarına uğramamış diri odun kısımlarından hazırlanmıştır.

Hava kurusu haldeki ağaç malzemelerden, liflere dik eğilme direnci ve eğilmede elastiklik modülü için TS EN 310 standartlarına uygun ve 20x20x360 ±1mm ölçülerinde toplam 90 adet, liflere paralel basınç direnci deneyi için TS 2595 esaslarına uyulmuş ve 20x20x30 ±1 mm boyutlarında toplam 90 adet, dinamik eğilme (şok) direncini belirlemek için TS 2477 standartlarında 20x20x360 ±1mm ölçülerinde toplam 90 adet, rutubet tayini TS 2471 esaslarına uygun 20x20x30 ±1mm ölçülerinde toplam 90 adet, hacim yoğunluk değerinin tayini için TS 2472'e göre 20x20x30 ±1mm ölçülerinde toplam 90 adet, yanma deneyi için ASTM E 69 standartlarına uygun 19x9x1016 ±1mm ölçülerinde toplam 27 adet deney örneği hazırlanmıştır.

Hazırlanan deney örnekleri hava kurusu haldeyken ağırlıkları ve hacimsel boyutları belirlenmiştir. Daha sonra emprenye öncesi 103 ± 2 ° C sıcaklıktaki etüvde tam kuru hale getirildikten sonra ağırlıkları tartılarak ve boyutları ölçülerek belirlenmiştir.

### **2.3.2. Emprenye işlemi**

Emprenye işleminde iki yöntem uygulanmıştır. Birinci yöntemde vakum-basınç, ikinci yöntemde daldırma yöntemi uygulanmıştır. Vakum-basınç yöntemine göre önce, örneklere ASTM D 1413 esaslarına göre 60 dakika süreyle 760 mm Hg<sup>-1</sup>'ya eşdeğer ön vakum, daha sonra 60 dakika süreyle 4 atmosfer basınç altında çözelti içerisinde bırakılmıştır. Son olarak örneklere 760 mm Hg<sup>-1</sup>'ye eşdeğer vakum uygulanarak ağaç malzeme yüzeyinde kalan emprenye maddeleri geri alınmıştır. İkinci yöntem olan daldırma metodunda ise 60 dakika süre ile örnekler emprenye sıvısı içerisinde bırakılmış ve bu süre sonunda örneklerin yüzeyleri temizlenip kurutulmuştur.

Emprenye edilen örnekler çözücünün buharlaşması için, hava dolaşımı sağlanan bir ortamda 15-20 gün bekletilmiştir. Daha sonra 103 ± 2 ° C sıcaklıktaki etüvde tam kuru hale getirilip, ağırlıkları tartılarak ve boyutları ölçülerek belirlenmiştir.

### 2.3.3. Emprenye Çözeltisinin Hazırlanması

Emprenye maddelerinin hazırlanmasında damıtık su kullanılmış ve karışımlar ağırlık esasına göre % olarak hazırlanmıştır.

Talaşlı üretimde 25,08 vizkozitede kullanılan bor yağı arındırma işleminden sonra damıtık su içerisine % 5 oranında karıştırılarak yeni çözelti elde edilmiştir.

Hazırlanan çözeltinin emprenye öncesi ve sonrası pH ve yoğunluğu (g/ml) belirlenmiştir.

### 2.4. DENEYLERİN YAPILIŞI

Hazırlanan örnekler  $103 \pm 2$  ° C sıcaklıktaki etüvde tam kuru hale getirilip, ağırlıkları tartıp ve boyutları ölçüldükten sonra,  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar iklimlendirme dolabında bekletilmiştir. Böylece ortalama % 12 rutubete tekrar ulaşmaları sağlanmıştır.

#### 2.4.1. Ağaç Malzemenin Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Deneyler

##### 2.4.1.1. Retensiyon Miktarı ve Oranları

Deney örneklerindeki emprenye maddesi tutunma (retensiyon) miktarı ( $R\text{-Kg/m}^3$ ) ve % retensiyon oranları ( $R\text{-\%}$ ) örnekler emprenye öncesi ve sonrası tam kuru hale getirildikten sonra aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır (TS 5724, 1988).

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3 \quad (2.1)$$

$$R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \cdot 100 \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$$G = T_2 - T_1$$

$T_1$  = Emprenye öncesi deney örneğinin ağırlığı (g)

$T_2$  = Emprenye sonrası deney örneğinin ağırlığı (g)

$V$  = Örnek hacmi (%)

$C$  = Çözelti konsantrasyonu (%)

$M_{oes}$  = Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

$M_{oeö}$  = Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

#### 2.4.1.2. Yoğunluklar

Ağaç malzemelerin yoğunluk değerlerini belirlemek için örnekler TS 2472 (TS 2472, 1976) esaslarına göre 20x20x30 ±1 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Tam kuru yoğunluk ve hacim yoğunluk değerlerini belirlemek için her bir deneye 10'ar adet olmak üzere; üç ağaç türü, iki emprenye metodu, bir emprenye maddesi ve 30 kontrol örneği olmak üzere toplam 90 (3x2x10+30) adet deney örneği hazırlanmıştır.

#### Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluk belirlenirken hava kurusu haldeki örnekler 103 ± 2 °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Soğutulan örnekler daha sonra 0,01 g duyarlıkları dijital terazide tartılmış boyutları ± 0,01 mm duyarlıkları kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra tam kuru yoğunluklar ( $\delta_o$ ); tam kuru ağırlık ( $M_o$ ) ve hacim ( $V_o$ ) değerlerine göre;

$$\delta_o = M_o / V_o \text{ g/cm}^3 \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$\delta_o$  = Tam kuru yoğunluklar ( $\text{g/cm}^3$ )

$M_o$  = Tam kuru ağırlık (g)

$V_o$  = Tam kuru hacim ( $\text{cm}^3$ )

### **Hacim Yoğunluk Değeri**

Deney örnekleri ASTM-D 1413-76 standardı esaslarına göre empenye edildikten sonra empenye kazanından çıkarılıp yüzeyleri kuru bez ile temizlenerek doygun haldeki hacmi ( $V_d$ )  $\pm 0,01$  mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek belirlenmiştir. Daha sonra  $103 \pm 2$  °C sıcaklıktaki havalandırılabilen etüvde değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Hacim yoğunluk değeri (Y); tam kuru haldeki ağırlığı ( $M_o$ ), doygun haldeki hacmi ( $V_d$ ) değerlerine göre;

$$Y = \frac{M_o}{V_d} \text{ g/cm}^3 \quad (2.4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$Y$  = Hacim yoğunluk değeri ( $\text{g/cm}^3$ )

$M_o$  = Tam kuru ağırlık (g)

$V_d$  = Doygun haldeki hacim ( $\text{cm}^3$ )

#### **2.4.1.3. Rutubet Tayini**

Ağaç malzemenin rutubetini belirlemek üzere örnekler her deney için 10'ar adet; üç ağaç türü, iki empenye metodu, bir empenye maddesi ve 30 kontrol örneği olmak üzere toplam 90 ( $3 \times 2 \times 10 + 30$ ) adet deney örneği TS 2471 (TS 2471, 1976) esaslarına göre  $20 \times 20 \times 30 \pm 1$  mm ölçülerinde hazırlanmıştır.

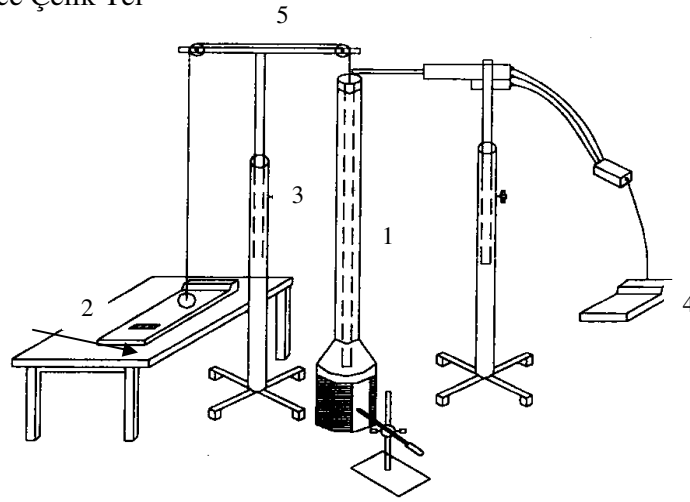
#### **2.4.1.4. Yanma Deneyi**

Ağaç malzeme türlerine göre yanma deneyi örnekleri ASTM-E 69 standardı esaslarına göre  $19 \times 9 \times 1016 \pm 1$  mm uzunlukta kesilerek deney anına kadar  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Her deney için 3'er adet olmak üzere örnekler üç ağaç türü, iki empenye metodu, bir empenye maddesi ve 9 kontrol örneği olmak üzere toplam 27 ( $3 \times 2 \times 3 + 9$ ) adet hazırlanmıştır. Deneyin ilk 4

dakikasında yanma alev kaynaklı olarak gerçekleşmiştir. Daha sonra ise alev kaynağı ateş borusundan uzaklaştırılarak 6 dakika deney örneklerinin kendi kendine yanması gerçekleşmiştir. Yanma sonucu açığa çıkan kimyasal gazlar ( $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ), sıcaklık ve ağırlık kaybı her 30 sn'de ölçülerek kaydedilmiştir. Deney sonunda yanmamış parça ve kül miktarı toplanarak 0,01 duyarlılıkta terazide tartılmıştır. Yanma deney düzeneği Şekil 2.1' de gösterilmiştir.

Deney düzeneği:

1. Ateş Borusu
2. Elektronik terazi
3. Ayak
4. Baca gazı Analizörü
5. İnce Çelik Tel



Şekil 2.1. Yanma deney düzeneği.

**Ağırlık kaybı;** deneyin başlamasından itibaren her 30 saniyede 0,001 hassasiyette ölçüm yapabilen analitik terazi yardımı ile yanmada meydana gelen ağırlık değişimi ölçülmüştür.

**Sıcaklık;** yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasının üstünde oluşan sıcaklık değişimi prob ile kaydedilmiştir.

**$O_2$ ;** yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan  $O_2$  miktarı % olarak prob yardımı ile ölçülmüştür.

**CO<sub>2</sub>**; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO<sub>2</sub> miktarı % olarak prob yardımı ile ölçülmüştür.

**CO**; yanmanın ilk aşamasından itibaren 30 saniye aralıkla yanma bacasında oluşan toplam yanma gazı içerisinde açığa çıkan CO miktarı ppm (parts per million) olarak prob yardımı ile ölçülmüştür.

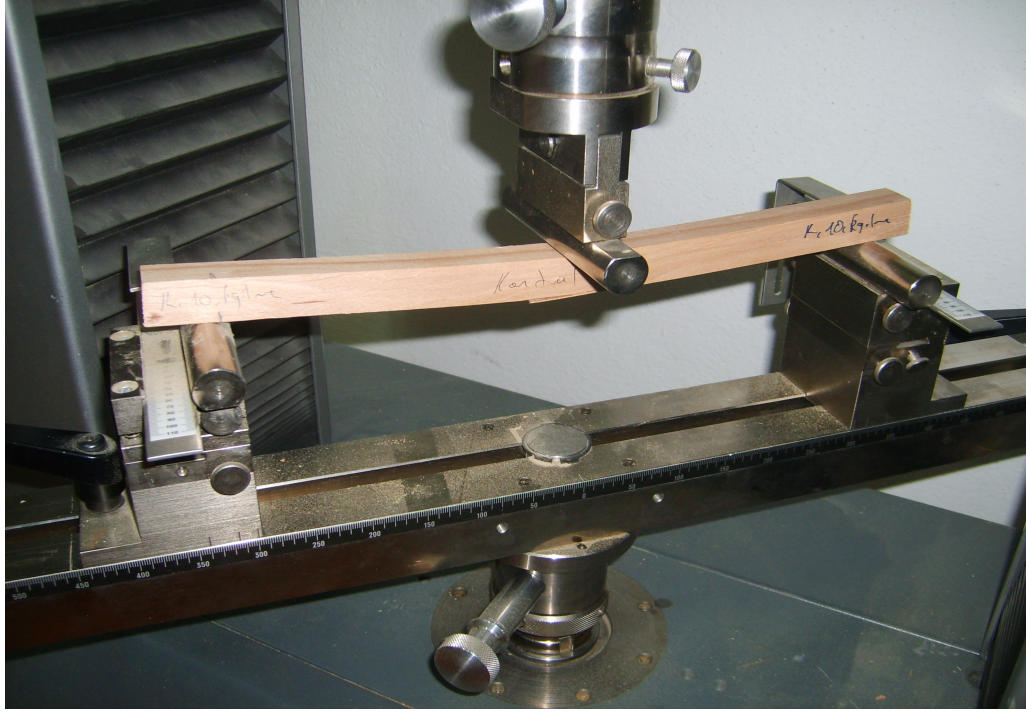
**Yanmamış parça ve kül miktarı**; deney sonunda ateş borusunda asılı olarak kalan yanmamış parçalar ile deney standında biriken kül miktarı dijital terazi yardımı ile ölçülmüştür.

Yanma deneyi aşamasında; ağırlık kaybı, O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, sıcaklık ve yanmamış parça ve kül miktarı ölçümleri yapılmıştır. Fakat SO<sub>x</sub> ve NO<sub>x</sub> gazlarının ölçümleri yapılamamıştır. Bu ölçümlerin yapılamamasının nedeni ise, yapılan deneyde en yüksek ortalama sıcaklık derecesi 398,5 °C'den yukarı çıkmamasıdır. SO<sub>x</sub> ve NO<sub>x</sub> gazlarının 600 ila 1000 °C' de ayrıştığı bildirilmektedir (Akira vd, 1979).

## **2.4.2. Ağaç Malzemenin Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesine İlişkin Deneyler**

### **2.4.2.1. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Deneyi**

Deney örnekleri eğilme direnci değerleri ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesi için 20x20x360 ±1 mm'lik örnekler TS 2474 (TS 2474, 1976)'a göre hazırlanmıştır. Deney örnekleri her deney için 10'ar adet; üç ağaç türü, iki emprenye metodu, bir emprenye maddesi ve 30 kontrol örneği olmak üzere toplam 90 (3x2x10+30) adet deney örneği hazırlanmıştır. Örnekler deney anına kadar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ±3 bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Deney örnekleri Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü Laboratuvarında bulunan 5000 kg kapasiteli Universal Zwick Roell Z50 test cihazında yapılmıştır. Deney örneklerinin deformasyon anındaki kuvvetleri ve grafikleri test cihazına bağlı olan bilgisayara aktarılmıştır. Deneylerin yapılışı şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneyi.

Kırılma yükleme işleminden 1-2 dakika sonra gerçekleşmiştir. Kırılma sırasında ölçülen kuvvet ( $F_{max}$ ) için eğilme direnci ( $\sigma_e$ );

$$\sigma_e = \frac{3F_{max} l}{2b h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2.5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$\sigma_e$  = Eğilme direnci ( $\text{N/mm}^2$ )

$F_{max}$  = Kırılma sırasında ölçülen kuvvet

$l$  = Dayanaklar arası açıklık (mm)

$b$  = Örnek genişliği (20 mm)

$h$  = Örnek yüksekliği (20 mm)

Eğilmede lastiklik modülü ( $E$ ) belirlenmesinde ise;

$$E = \frac{1}{4} x \frac{(F2 - F1)Ls^3}{\Delta f b x h^3} \text{ Kg/cm}^2 \quad (2.6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

E = Eğilmede lastiklik modülü (Kg/cm<sup>2</sup>)

F1 = Birinci yük

F2 = İkinci yük

Δf = Sehim farkı (cm)

b = Örnek genişliği (cm)

h = Örnek kalınlığı (cm)

Ls = Mesnet açıklığı (cm)

#### **2.4.2.2. Liflere Paralel Yönde Basınç Direnci Deneyi**

Ağaç malzemenin liflere paralel yönde basınç dirençlerini belirlemek için, her deney için 10'ar adet olmak üzere; üç ağaç türü, iki emprenye metodu, bir emprenye maddesi ve 30 kontrol örneği olmak üzere toplam 90 (3x2x10+30) adet deney örneği TS 2595 (TS 2595, 1977) esaslarına göre 20x20x30 ±1 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Örnekler deney anına kadar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ±3 bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Deneyler Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü Laboratuvarında bulunan 5000 kg kapasiteli Universal Zwick Roell Z50 test cihazında yapılmıştır. Deney örneklerinin deformasyon anındaki kuvvetleri ve grafikleri test cihazına bağlı olan bilgisayara aktarılmıştır. Deneylerin yapılışı şekil 2.3'de gösterilmiştir.





Şekil 2.3. Liflere paralel yönde basınç direnci deneyi.

Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, ezilme anındaki maksimum kuvvet ( $F_{max}$ ) belirlenerek basınç dirençleri ( $\sigma_b$ );

$$\sigma_b = F_{max} / A \text{ N/mm}^2 \quad (2.7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada;

$$\sigma_b = \text{Basınç direnci (N/mm}^2\text{)}$$

$F_{max}$  = Kırılma sırasında ölçülen kuvvet

$A$  = Örneğin enine kesit alanı ( $\text{mm}^2$ )

#### 2.4.2.3. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Deneyi

Dinamik eğilme (şok) direnci'ni belirlemek için örnekler  $20 \times 20 \times 360 \pm 1$  mm ölçülerinde TS 2477 (TS 2477, 1976) esaslarına göre hazırlanmıştır. Her deney için 10'ar adet örnek, üç ağaç türü, iki emprenye metodu, bir emprenye maddesi ve 30 kontrol örneği olmak üzere toplam 90 ( $3 \times 2 \times 10 + 30$ ) adet deney örneği hazırlanmıştır.

Örnekler deney anına kadar  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve %  $65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında bekletilmiştir. Deneyler Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü Laboratuvarında bulunan dinamik eğilme (şok) direnci deney cihazında yapılmıştır. Deneyin yapılışı Şekil 2.4’de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Dinamik eğilme (şok) direnci deneyi.

Bu deneyde kırılma anında harcana kuvvet ( $w$ ), deney aletindeki kadrandan belirlenerek dinamik eğilme direnci ( $\sigma_{DE}$ ) belirlenir.

$$\sigma_{DE} = w/b.h \text{ kgm/cm}^2 \quad (2.8)$$

eşitliğinden hesaplanır.

Burada;

$\sigma_{DE}$  = Dinamik eğilme direnci ( $\text{kgm/cm}^2$ )

$w$  = kırılma anında harcana kuvvet

$b$  = Örnek genişliği (cm)

$h$  = Örnek kalınlığı (cm)

## 2.5. VERİLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırma kapsamında yapılan deneyler sonucunda ağaç türü, emprenye maddesi ve emprenye yönteminin ağaç malzemenin rutubeti, yoğunluğu, basınç direnci, dinamik eğilme (şok) direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yanma değerleri üzerine etkilerini belirlemek için çoklu varyans analizi kullanılmıştır. Gruplar arası farklılığın önemli çıkması halinde her bir faktöre kendi içinde Duncan testi (homojenlik grubu) uygulanmıştır.

Bulunan değerler SPSS paket programında istatistikî olarak değerlendirilmiştir. Metin yazımında Microsoft Word, grafik oluşturulmasında Microsoft Excel, aritmetik ortalama ve standart sapma hesaplamalarında ise yine SPSS paket programı kullanılmıştır.

## BÖLÜM 3

### BULGULAR

#### 3.1. AĞAÇ MALZEME VE DENEY TÜRLERİ

Ağaç malzeme ve deney çeşidine ait düzenek Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Malzeme türü ve deney çeşidi.

Emprenye Metodu	Deney Çeşidi	Sarıçam	Gök nar	Doğu Kayını
Basınç	Yoğunluklar	10	10	10
	Yanma	3	3	3
	Eğilme-Elastikiyet	10	10	10
	Liflere Paralel Basınç	10	10	10
	Dinamik Eğilme (Şok)	10	10	10
Daldırma	Yoğunluklar	10	10	10
	Yanma	3	3	3
	Eğilme-Elastikiyet	10	10	10
	Liflere Paralel Basınç	10	10	10
	Dinamik Eğilme (Şok)	10	10	10
Kontrol (Emprenyesiz)	Yoğunluklar	10	10	10
	Yanma	3	3	3
	Eğilme-Elastikiyet	10	10	10
	Liflere Paralel Basınç	10	10	10
	Dinamik Eğilme (Şok)	10	10	10
Toplam		129	129	129

### 3.2. EMPRENYE MADDESİ

Deney örneklerinde kullanılan emprenye maddesine ait özellikler Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Emprenye maddesinin özellikleri.

Emprenye maddesi	Emprenye Çeşidi	Viskozite (40 °C) 4mm/Din Cup/sn	Çözücü madde	Çözelti Konsant.(%)	Sıcaklık (°C)	pH		Yoğunluk(g/ml)	
						E.Ö	E.S	E.Ö	E.S
Bor Yağı	Vakum Basınç	25,08	Damıtık su	5	22.5	9,3	9,3	1.392	1,4
	Daldırma	25,08	Damıtık su	5	22,5	9,3	9,3	1,392	1,4

EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası

Emprenye işlemlerinde kullanılan çözelti emprenye öncesi ve sonrası ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında sonucu etkileyecek bir değişme olmadığı görülmüştür. Buna her emprenye için yeni çözelti hazırlanarak işlem yapılması sebep olarak gösterilebilir.

### 3.3. AĞAÇ MALZEMENİN FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BULGULAR

#### 3.3.1. Retensiyon (Tutunma) Miktarı ve Oranı (%)

##### 3.3.1.1. Retensiyon (Tutunma) Miktarları

Yapılan ölçümlerde elde edilen retensiyon (tutunma) miktarları ortalama değerleri Çizelge 3.3’de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Emprenye maddesinin ortalama retensiyon miktarı (kg/m<sup>3</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	37,3	1,74
	Daldırma	4,7	1,089
Gökmar	Basınç	33,88	1,57
	Daldırma	3,95	1,095
Kayın	Basınç	32,5	1,58
	Daldırma	3,71	2,56

En yüksek retensiyon miktarı sarıçam odunu vakum-basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerinde (37,3 kg/m<sup>3</sup>), en düşük retensiyon miktarı kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye yapılan örneklerde (3,71 kg/m<sup>3</sup>) elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesinin tutunma miktarlarına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.4’de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Emprenye maddesinin tutunma miktarı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	2146,486	2	1073,243	24,594	0,00
Yöntem	4401,983	1	4401,983	100,876	0,00
Ağaç * Yöntem	1318,036	2	659,018	15,102	0,00
Hata	2356,434	54	43,638		
Toplam	22060,248	60			

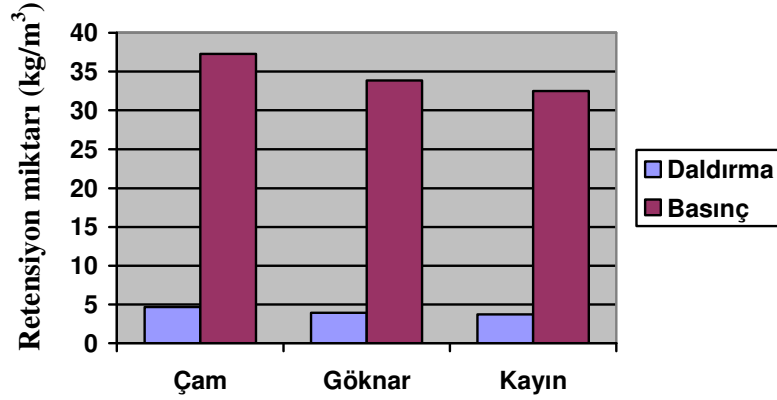
Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesinin tutunma miktarları ilişkin yapılan çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ağaç malzeme grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçları Çizelge 3.5’de verilmiştir.

Çizelge 3.5. Retensiyon Duncan testi sonuçları (kg/m<sup>3</sup>).

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Ortalama (kg/m <sup>3</sup> )	Homojenlik Grubu
Basınç	Çam	37,3	a
	Gökmar	33,88	a
	Kayın	32,5	a
Daldırma	Çam	4,7	b
	Gökmar	3,95	b
	Kayın	3,71	b

Retensiyon miktarı en yüksek retensiyon miktarı sarıçam odunu vakum-basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerinde (37,3 kg/m<sup>3</sup>) ve en düşük retensiyon miktarı kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye yapılan örneklerde (3,71 kg/m<sup>3</sup>) elde edilmiştir.

Ağaç malzemede emprenye çeşidine göre retensiyon miktarına ilişkin grafik Şekil 3.1’de verilmiştir



Şekil 3.1. Ağaç malzemede emprenye çeşidine göre retensiyon miktarı.

### 3.3.1.2. Retensiyon (Tutunma) Oranı (%)

Deney örneklerinin % retensiyon (tutunma) oranları ortalama değerleri Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Emprenye maddelerinin ağaç malzeme türüne göre ortalama retensiyon oranı (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	6,42	0,43
	Daldırma	0,43	0,15
Gök nar	Basınç	4,66	0,44
	Daldırma	0,34	0,23
Kayın	Basınç	3,97	0,22
	Daldırma	0,30	0,32

Retensiyon oranı en yüksek sarıçam odununda vakum-basınç (% 6,42), en düşük kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerinde (% 0,30) elde edilmiştir. Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesinin tutunma oranlarına ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Emprenye maddesinin tutunma oranı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	58,883	2	29,442	27,660	0,00
Yöntem	191,697	1	191,697	180,098	0,00
Ağaç * Yöntem	57,744	2	27,372	25,716	0,00
Hata	57,478	54	1,064		
Toplam	662,214	60			

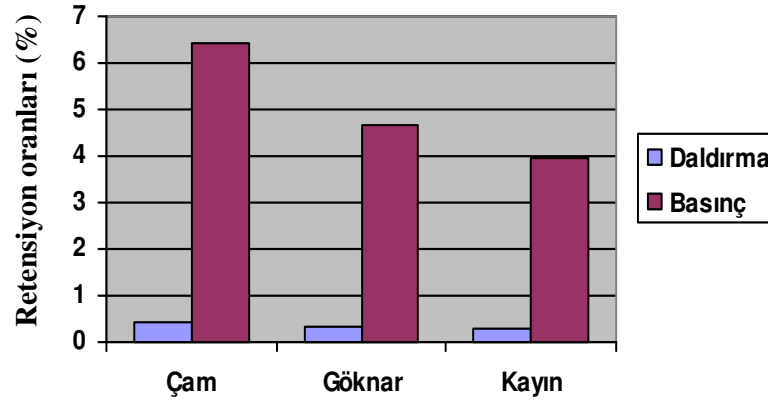
Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesinin tutunma oranlarına ilişkin yapılan çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ağaç malzeme grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçları Çizelge 3.8’de verilmiştir.



Çizelge 3.8. Retensiyon Duncan testi sonuçları (%).

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	Çam	6,42	a
	Gök nar	4,66	b
	Kayın	3,97	b
Daldırma	Çam	0,43	c
	Gök nar	0,34	c
	Kayın	0,30	c

En yüksek retensiyon oranı sarıçam odununda vakum-basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerinde (% 6,42), en düşük kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (% 0,30) elde edilmiştir. Ağaç malzeme emprenye çeşidine göre retensiyon oranlarına ilişkin grafik Şekil 3.2’ de verilmiştir.



Şekil 3.2. Ağaç malzeme emprenye çeşidine göre retensiyon oranları.

### 3.3.2. Yoğunluklar

#### 3.3.2.1. Tam Kuru Yoğunluk

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerin tam kuru yoğunluklarına ilişkin ortalama değerler Çizelge 3.9’da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Tam kuru yoğunluklara ait ortalama değerler ( $g/cm^3$ ).

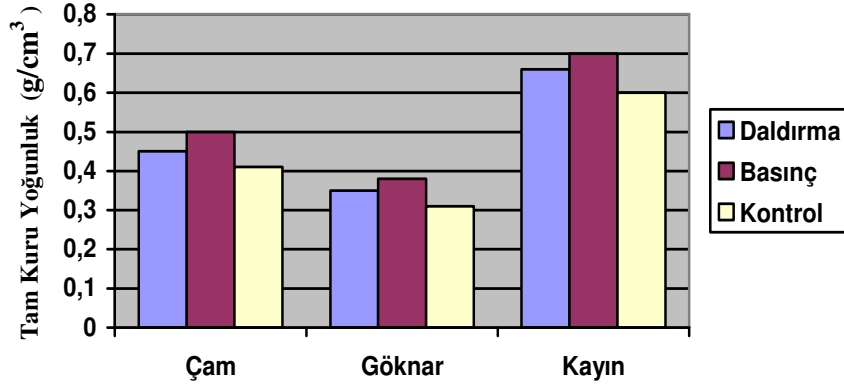
Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	0,509	0,02
	Daldırma	0,456	0,019
	Kontrol	0,417	0,013
Gökmar	Basınç	0,383	0,013
	Daldırma	0,357	0,012
	Kontrol	0,315	0,004
Kayın	Basınç	0,701	0,037
	Daldırma	0,667	0,013
	Kontrol	0,601	0,042

Tam kuru yoğunluk değeri en yüksek kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerde ( $0,70 g/cm^3$ ), en düşük gökmar odununda kontrol örneklerde ( $0,31 g/cm^3$ ) elde edilmiştir. Ağaç malzeme türü üzerinde emprenyeli ve emprenyesiz tam kuru yoğunluklara ilişkin çoklu varyans analizi Çizelge 3.10'da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Emprenye maddesinin tam kuru yoğunlukları üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri ( $P<0,05$ )
Ağaç	1,378	2	0,689	1299,808	0,00
Yöntem	0,16	2	0,008	15,401	0,00
Ağaç * Yöntem	0,19	4	0,005	9,092	0,00
Hata	0,043	81	0,001		
Toplam	19,870	90			

Ağaç malzemede emprenyeli ve emprenyesiz tam kuru yoğunluklarına ilişkin grafik Şekil 3.3' de verilmiştir.



Şekil 3.3. Ağaç malzemede tam kuru yoğunluklar.

### 3.3.2.2. Hacim Yoğunluk Değeri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama hacim yoğunluk değerlerine ilişkin sonuçlar Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Çizelge 3.11. Hacim yoğunluk ortalama değerleri (g/cm<sup>3</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	0,529	0,026
	Daldırma	0,478	0,020
Gökmar	Basınç	0,407	0,011
	Daldırma	0,361	0,011
Kayın	Basınç	0,727	0,036
	Daldırma	0,672	0,017

Hacim yoğunluk en yüksek değeri kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,72 g/cm<sup>3</sup>), en düşük gökmar odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,36 g/cm<sup>3</sup>) elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesi ve çeşidinin hacim yoğunluk değerlerine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.12’de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Emprenye maddesinin hacim yoğunluk değeri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	0,789	2	0,394	783,880	0,00
Yöntem	0,051	1	0,051	101,180	0,00
Ağaç * Yöntem	0,035	2	0,017	34,393	0,00
Hata	0,025	54	0,001		
Toplam	11,435	60			

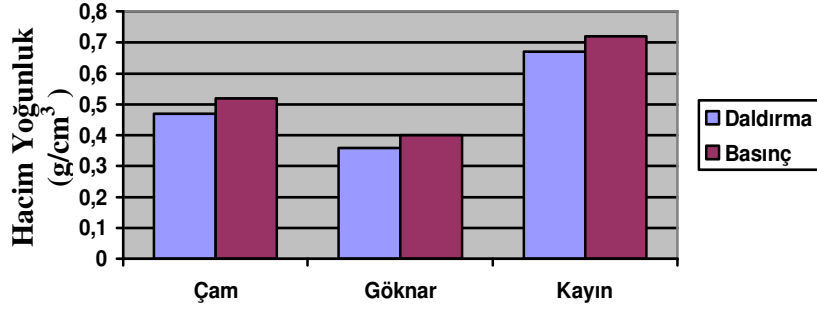
Ağaç malzeme türü üzerinde emprenye maddesi ve çeşidinin hacim yoğunluk değerlerine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel anlamda önemli çıkmıştır. Ağaç malzeme grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçları Çizelge 3.13’de verilmiştir.

Çizelge 3.13. Hacim yoğunluk Duncan testi sonuçları ( $g/cm^3$ ).

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	Kayın	0,72	a
	Çam	0,52	b
	Gökmar	0,40	b
Daldırma	Kayın	0,67	b
	Çam	0,47	b
	Gökmar	0,37	c

Yapılan Duncan testi sonucunda en yüksek hacim yoğunluk değeri kayın ağacında basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerinde ( $0,72 g/cm^3$ ), en düşük hacim yoğunluk değeri gökmar ağacında daldırma yöntemiyle emprenye yapılan

örneklerinde ( $0,36 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. Ağaç malzemedeki empenye maddesinin ve çeşidinin hacim yoğunluk değerlerine etkisine ilişkin grafik Şekil 3.4’ de verilmiştir.



Şekil 3.4. Ağaç malzemedeki hacim yoğunluk.

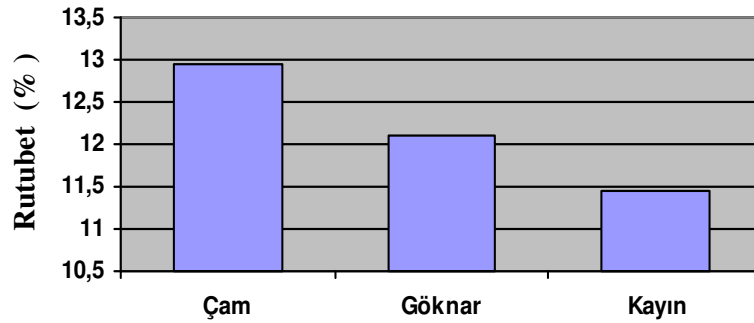
### 3.3.3. Rutubet Tayini

Yapılan ölçümlerde elde edilen ortalama rutubet değeri Çizelge 3.14’ de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Ortalama rutubet değerleri (%).

Ağaç Türü	Ortalama	Standart sapma
Çam	12,95	0,02
Gökmar	12,11	0,03
Kayın	11,44	0,01

En yüksek rutubet miktarı % 12,95 ile sarıçam örneklerinde, en düşük rutubet miktarı ise kayın örneklerinde % 11,44 elde edilmiştir. Ağaç malzemedeki rutubet değerine ait çizelge Şekil 3.5’ de verilmiştir.



Şekil 3.5. Ağaç malzemedeki rutubet.

### 3.3.4. Yanma Deneyi Sonuçları

#### 3.3.4.1. Ağırlık Kaybı Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ve işlemsiz (kontrol) ağaç malzemelerin yanma sonucu ağırlık kaybına ait ortalama değerler Çizelge 3.15’de verilmiştir.

Çizelge 3.15. Ağırlık kaybı ortalama değerleri (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	81,22	1,45
	Daldırma	83,27	2,31
	Kontrol	83,38	3,57
Gökmar	Basınç	81,75	2,81
	Daldırma	82,28	3,04
	Kontrol	82,43	3,82
Kayın	Basınç	86,12	1,64
	Daldırma	87,06	0,52
	Kontrol	87,78	3,66

En yüksek ağırlık kaybı kayın odununda kontrol örneklerinde (% 87,78), en düşük sarıçam odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (% 81,22) elde edilmiştir. Ağaç malzeme türü üzerinde emprenyeli ve emprenyesiz ağırlık kaybı değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.16’da verilmiştir.

Çizelge 3.16. Emprenye maddesinin ağırlık kaybı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	80,341	2	40,171	5,283	0,016
Yöntem	6,375	2	3,187	0,419	0,66
Ağaç * Yöntem	11,043	4	2,761	0,363	0,83
Hata	136,876	18	7,604		
Toplam	188786,105	27			

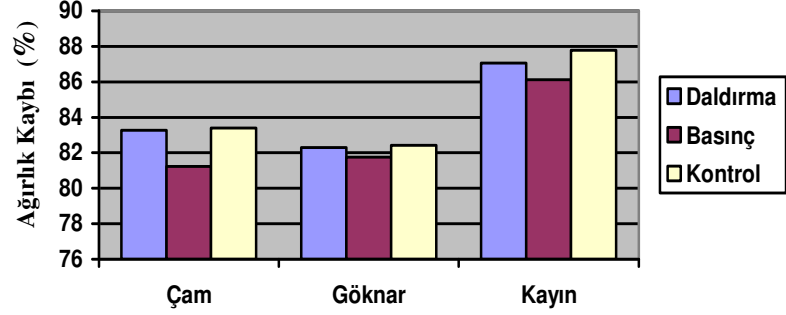
Ağırlık kaybına ağaç malzeme türü ve emprenye maddesinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.17'de verilmiştir.

Çizelge 3.17. Ağırlık kaybı Duncan testi sonuçları (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Kontrol	87,87	a
	Daldırma	87,06	a
	Basınç	86,12	a
Çam	Kontrol	83,38	ab
	Daldırma	83,27	ab
	Basınç	81,22	b
Gökmar	Kontrol	82,43	b
	Daldırma	82,28	b
	Basınç	81,75	b

Ağırlık kaybı en yüksek kayın odununu kontrol örneklerinde (% 87,78), en düşük sarıçam odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (% 81,22) elde

edilmiştir. Ağaç malzemedeki emprenyeli ve emprenyesiz ağırlık kaybı değerlerine ilişkin grafik Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6. Ağaç malzemedeki ağırlık kaybı.

### 3.3.4.2. Sıcaklık Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerin yanma sırasında açığa çıkan sıcaklığa ait ortalama değerler Çizelge 3.18’de verilmiştir.

Çizelge 3.18. Ortalama sıcaklık değerleri (°C).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	320,43	5,930
	Daldırma	313,88	9,06
	Kontrol	278,14	20,75
Göknar	Basınç	269,49	24,36
	Daldırma	261,42	26,94
	Kontrol	235,33	25,72
Kayın	Basınç	372,14	19,21
	Daldırma	351,92	38,34
	Kontrol	324,81	27,20



Yanma deneyi sonucunda; sıcaklık değeri en yüksek kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (372,14 °C), en düşük göknar odununda kontrol örneklerinde (235,33 °C) elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü üzerinde emprenyeli ve emprenyesiz sıcaklık değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.19'da verilmiştir.

Çizelge 3.19. Emprenye maddesinin sıcaklık (°C) değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	40361,365	2	20180,683	35,547	0,00
Yöntem	5575,740	2	2787,870	4,911	0,02
Ağaç * Yöntem	1698,706	4	424,677	0,748	0,57
Hata	10218,826	18	567,713		
Toplam	2483506,583	27			

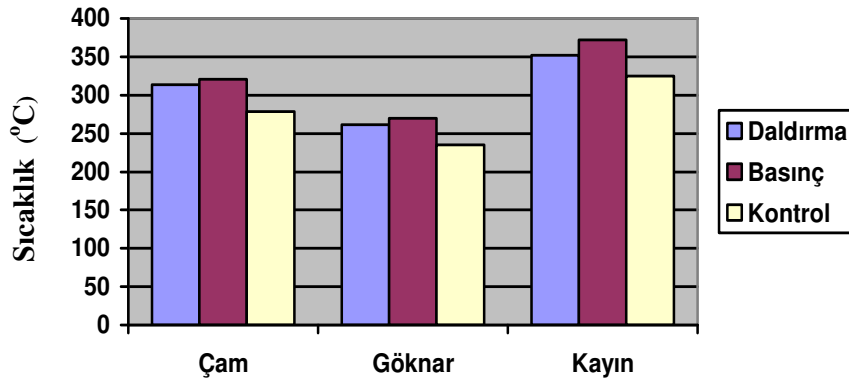
Sıcaklık değerine ağaç malzeme türünün etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ancak ağaç malzeme-yöntem etkileşimi önemli çıkmamıştır. Gruplar arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçları Çizelge 3.20'de verilmiştir.

Çizelge 3.20. Sıcaklık değerlerine ait Duncan testi sonuçları (°C).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Basınç	372,14	a
	Daldırma	351,92	ab
	Kontrol	324,81	bc
Çam	Basınç	320,43	bc
	Daldırma	313,88	cd
	Kontrol	278,14	de
Gök nar	Basınç	269,49	de
	Daldırma	261,42	de
	Kontrol	235,33	f

Sıcaklık değeri en yüksek kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerde (372,14 °C) ve en düşük göknar odununda kontrol örneklerde (235,33 °C) elde edilmiştir.

Sıcaklık değerine ağaç malzeme türü ve emprenye işleminin etkine ilişkin grafik Şekil 3.7' de verilmiştir.



Şekil 3.7. Ağaç malzemedeki sıcaklık değerleri.

### 3.3.4.3. O<sub>2</sub> Miktarı

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerde yanma sırasında açığa çıkan ortalama O<sub>2</sub> miktarına ait değerler Çizelge 3.21’de verilmiştir.

Çizelge 3.21. Ortalama O<sub>2</sub> değerleri (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	14,36	0,19
	Daldırma	15,15	0,31
	Kontrol	15,95	1,10
Gökmar	Basınç	14,38	1,52
	Daldırma	16,20	0,93
	Kontrol	17,15	1,12
Kayın	Basınç	14,20	1,06
	Daldırma	14,24	0,63
	Kontrol	14,41	2,44

O<sub>2</sub> değeri en yüksek gökmar odununda kontrol örneklerinde (% 17,15), en düşük kayın ağacında basınç örneklerinde (% 14,20) elde edilmiştir.

Yanma sırasında ölçülen O<sub>2</sub> değeri üzerinde; ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.22’de verilmiştir.

Çizelge 3.22. Emprenye maddesinin O<sub>2</sub> değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

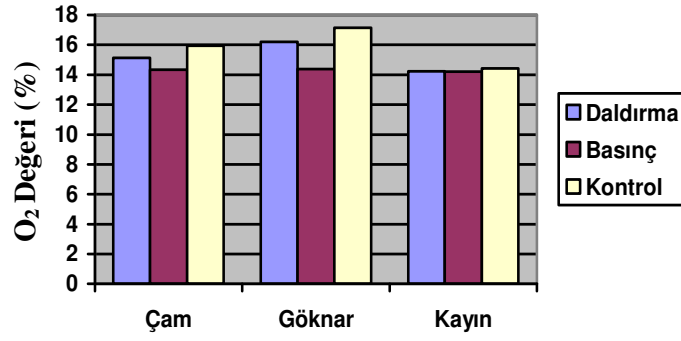
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	26,071	2	13,035	8,806	0,002
Yöntem	1,590	2	0,795	0,537	0,59
Ağaç * Yöntem	2,272	4	0,568	0,384	0,81
Hata	26,644	18	1,480		
Toplam	6577,472	27			

O<sub>2</sub> değerine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.23'de verilmiştir.

Çizelge 3.23. Ölçülen ortalama O<sub>2</sub> değerleri Duncan testi sonuçları (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Göknar	Kontrol	17,15	a
	Daldırma	16,20	ab
	Basınç	14,38	ab
Çam	Kontrol	15,95	ab
	Daldırma	15,15	ab
	Basınç	14,36	b
Kayın	Kontrol	14,41	b
	Daldırma	14,24	b
	Basınç	14,20	b

En yüksek O<sub>2</sub> değeri göknar odununda kontrol örneklerde (% 17,15), en düşük kayın odununu basınç örneklerinde (% 14,20) elde edilmiştir. O<sub>2</sub> değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye işleminin etkilerine ilişkin grafik Şekil 3.8' de verilmiştir.



Şekil 3.8. Ağaç malzemede yanma sırasında ölçülen O<sub>2</sub> değerleri.

#### 3.3.4.4. CO<sub>2</sub> Miktarı

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerde yanma sırasında açığa çıkan ortalama CO<sub>2</sub> miktarına ilişkin değerler Çizelge 3.24’de verilmiştir.

Çizelge 3.24. Ortalama CO<sub>2</sub> değerleri (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	6,64	0,19
	Daldırma	5,85	0,31
	Kontrol	5,05	1,10
Gökmar	Basınç	6,62	1,52
	Daldırma	4,80	0,93
	Kontrol	3,85	1,12
Kayın	Basınç	6,80	1,06
	Daldırma	6,76	0,63
	Kontrol	6,59	2,44

CO<sub>2</sub> değeri en yüksek kayın odununda basınç örneklerinde (% 6,80), en düşük gökmar odununda kontrol örneklerinde (% 3,85) elde edilmiştir. Ölçülen CO<sub>2</sub> değerlerine; ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.25’de verilmiştir.

Çizelge 3.25. Emprenye maddesinin CO<sub>2</sub> değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	26,097	2	13,048	8,822	0,00
Yöntem	1,587	2	0,794	0,536	0,59
Ağaç * Yöntem	2,274	4	0,568	0,384	0,81
Hata	26,623	18	1,479		
Toplam	861,385	27			

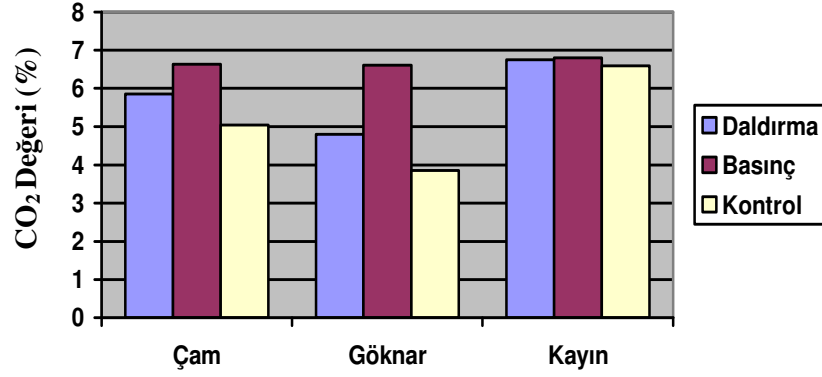
CO<sub>2</sub> değerlerine ağaç malzeme türü, emprenyeli maddesi ve çeşidinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.26’da verilmiştir.

Çizelge 3.26. Ölçülen ortalama CO<sub>2</sub> değerleri Duncan testi sonuçları (%).

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	Kayın	6,80	a
	Çam	6,64	a
	Gökmar	6,62	a
Daldırma	Kayın	6,76	a
	Çam	5,85	ab
	Gökmar	4,80	ab
Kontrol	Kayın	6,59	a
	Çam	5,05	ab
	Gökmar	3,85	b

En yüksek CO<sub>2</sub> kayın odununda basınç örneklerinde (% 6,80), en düşük gökmar odununda kontrol örneklerinde (% 3,85) elde edilmiştir. CO<sub>2</sub> değerlerine; ağaç

malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin etkisine ilişkin grafik Şekil 3.9' da verilmiştir.



Şekil 3.9. Ağaç malzemedeki yanma sırasında ölçülen CO<sub>2</sub> değerleri.

### 3.3.4.5. CO Miktarı

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerin yanması sırasında ölçülen ortalama CO miktarına ait değerler Çizelge 3.27'de verilmiştir.

Çizelge 3.27. Ortalama CO değerleri (ppm).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	2295,30	202,12
	Daldırma	2170,70	1028,54
	Kontrol	2117,91	884,04
Gökmar	Basınç	1661,35	1217,57
	Daldırma	1423,58	94,656
	Kontrol	1355,58	1567,94
Kayın	Basınç	4544,23	492,13
	Daldırma	3833,01	1048,09
	Kontrol	2165,04	960,63

En yüksek CO basınç yöntemiyle emprenye edilen kayın odununda (4544,23 ppm), en düşük göknar odunu kontrol örneklerinde (1335,58 ppm) elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve emprenye çeşidinin yanma sırasında ölçülen CO değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.28'e verilmiştir.

Çizelge 3.28. Emprenye maddesinin CO değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	19633305,861	2	9816652,930	10,916	0,001
Yöntem	3904124,200	2	1952062,100	2,171	0,143
Ağaç * Yöntem	5439446,733	4	1359861,683	1,512	0,241
Hata	16187500,377	18	899305,577		
Toplam	196180127,774	27			

CO değerlerine ağaç malzeme türünün, emprenyeli maddesi ve çeşidinin etkilerine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.29'da verilmiştir.

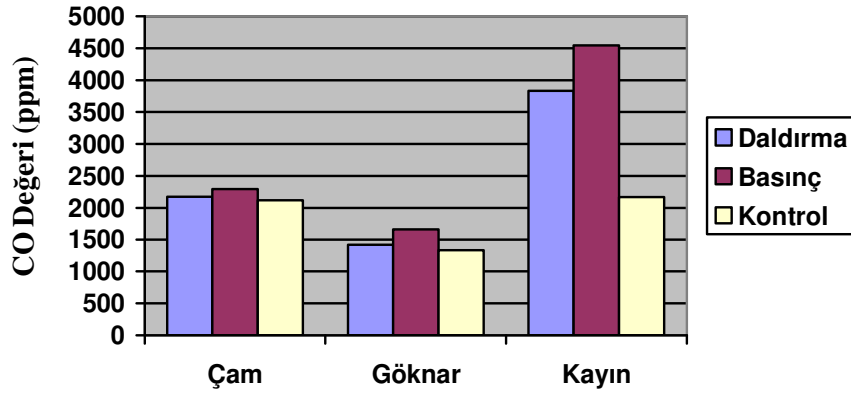


Çizelge 3.29. Ölçülen ortalama CO değerleri Duncan testi sonuçları (ppm).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Basınç	4544,23	a
	Daldırma	3833,01	ab
	Kontrol	2165,04	bc
Çam	Basınç	2295,30	bc
	Daldırma	2170,70	bc
	Kontrol	2117,91	bc
Göknar	Basınç	1661,35	c
	Daldırma	1423,58	c
	Kontrol	1335,58	c

En yüksek CO basınç yöntemiyle emprenye edilen kayın odunu örneklerinde (4544,23 ppm), en düşük göknar odunu kontrol örneklerinde (1335,58 ppm) elde edilmiştir.

Ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin CO değerlerine etkisine ilişkin grafik Şekil 3.10' da verilmiştir



Şekil 3.10. Ağaç malzemede yanma sırasında ölçülen CO değerleri.

### 3.3.4.6. Yanmamış Parça ve Kül Miktarı

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde ve işlemsiz (kontrol) örneklerde yanma sonucunda yanmamış parça ve kül miktarlarına ait değerler ortalama olarak Çizelge 3.30'da verilmiştir.

Çizelge 3.30. Ortalama yanmamış parça ve kül miktarları değerleri (%).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	18,78	1,45
	Daldırma	16,73	2,31
	Kontrol	16,62	3,57
Göknar	Basınç	18,25	2,81
	Daldırma	17,72	3,04
	Kontrol	17,57	3,82
Kayın	Basınç	13,88	1,64
	Daldırma	12,94	0,52
	Kontrol	12,22	3,66

En yüksek yanmamış parça ve kül miktarı basınç yöntemiyle emprenye edilen sarıçam odununda (% 18,78), en düşük kayın odununda kontrol örneklerde (% 12,22) elde edilmiştir. Yanma sonucunda geriye kalan yanmamış parça ve kül miktarlarına; ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve emprenye çeşidinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.31'de verilmiştir.

Çizelge 3.31. Emprenye maddesinin yanmamış parça ve kül miktarı üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	80,341	2	40,171	5,283	0,016
Yöntem	6,375	2	3,187	0,419	0,66
Ağaç * Yöntem	11,043	4	2,761	0,363	0,83
Hata	136,876	18	7,604		
Toplam	7526,105	27			

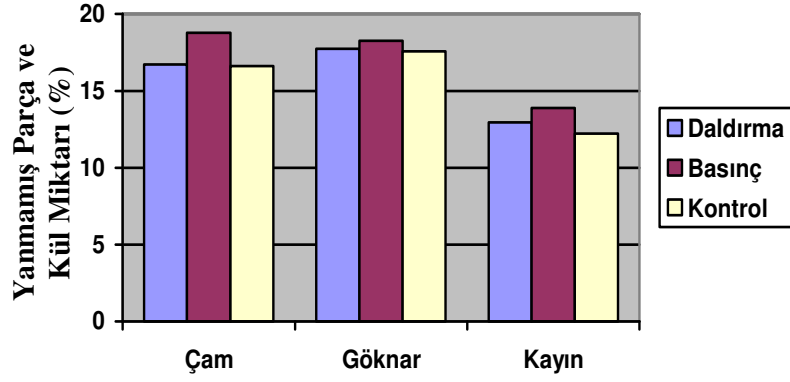
Yanmamış parça ve kül miktarlarına ağaç malzemenin, emprenye maddesinin ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.32’de verilmiştir.

Çizelge 3.32. Ölçülen yanmamış parça ve kül miktarları Duncan testi sonuçları (%).

Emprenye Yöntemi	Ağaç Türü	Ortalama	Homojenlik Grubu
Basınç	Çam	18,78	a
	Gök nar	18,25	a
	Kayın	13,88	bc
Daldırma	Gök nar	17,72	ab
	Çam	16,73	ab
	Kayın	12,94	bc
Kontrol	Gök nar	17,57	ab
	Çam	16,62	ab
	Kayın	12,22	c

En yüksek yanmamış parça ve kül miktarı basınç yöntemiyle emprenye edilen sarıçam odunu örneklerinde (% 18,78), en düşük kayın odunu kontrol örneklerinde (% 12,22) elde edilmiştir.

Yanma sonucunda geriye kalan yanmamış parça ve kül miktarlarına ağaç malzeme türü ve emprenye çeşidinin etkisine ilişkin grafik Şekil 3.11’ de verilmiştir.



Şekil 3.11. Ağaç malzemedeki yanma sonucunda geriye kalan yanmamış parça ve kül miktarları.

### 3.4. AĞAÇ MALZEMENİN MEKANİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BULGULAR

#### 3.4.1. Eğilme Direnci Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama eğilme direnci değerlerine ait değerler Çizelge 3.33’de verilmiştir.

Çizelge 3.33. Eğilme direnci ortalama değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	61,33	5,21
	Daldırma	67,08	3,69
	Kontrol	67,23	3,70
Gökmar	Basınç	49,03	4,46
	Daldırma	51,34	3,35
	Kontrol	53,50	7,69
Kayın	Basınç	114,32	8,52
	Daldırma	118,88	3,58
	Kontrol	126,49	2,01

En yüksek eğilme direnci değeri kayın odununda kontrol örneklerinde (126,49 N/mm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (49,03 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Eğilme direnci değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi ve çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.34’de verilmiştir.

Çizelge 3.34. Emprenye maddesinin eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	77707,648	2	38853,824	435,453	0,00
Yöntem	572,761	1	286,380	3,210	0,46
Ağaç * Yöntem	443,309	4	110,827	34,393	0,30
Hata	7227,321	81	89,226		
Toplam	648339,616	90			

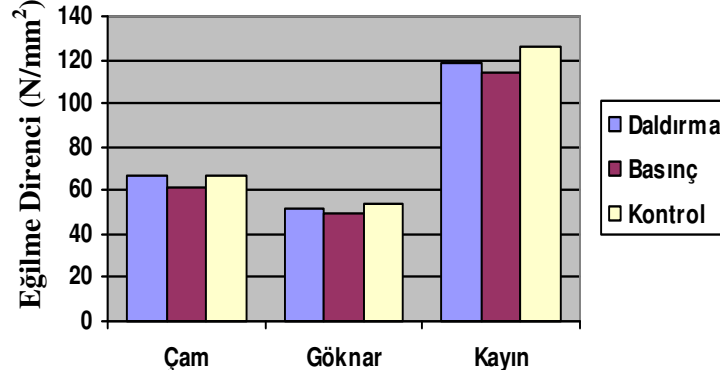
Eğilme direnci değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye çeşidinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.35'de verilmiştir.

Çizelge 3.35. Eğilme direnci Duncan testi sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Kontrol	126,49	a
	Daldırma	118,88	ab
	Basınç	114,32	ab
Çam	Kontrol	67,23	c
	Daldırma	67,08	c
	Basınç	61,33	cd
Gökmar	Kontrol	53,50	e
	Daldırma	51,34	e
	Basınç	49,03	e

Eğilme direnci en yüksek değeri kayın odununda kontrol örneklerinde (126,49 N/mm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde

(49,03 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Ağaç malzemede emprenye maddesinin ve çeşidinin eğilme direnci değerlerine etkisine ilişkin grafik Şekil 3.12’ de verilmiştir.



Şekil 3.12. Ağaç malzemede eğilme direnci.

### 3.4.2. Eğilmeye Elastikiyet Modülü Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama eğilmeye elastikiyet modülü değerlerine ait değerler Çizelge 3.36’da verilmiştir.

Çizelge 3.36. Eğilmeye elastikiyet modülü ortalama değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	7691,16	1097,94
	Daldırma	7968,58	603,32
	Kontrol	8355,72	978,008
Gök nar	Basınç	7343,43	809,86
	Daldırma	7616,17	343,95
	Kontrol	7870,50	1010,92
Kayın	Basınç	12349,83	1132,01
	Daldırma	13009,68	1764,88
	Kontrol	13274,58	1744,67

En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri kayın odunu kontrol örneğinde (13274,58 N/mm<sup>2</sup>), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (7343,43 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi ve çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.37’de verilmiştir.

Çizelge 3.37. Emprenye maddesinin eğilmede elastikiyet modülü değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	537892401,55	2	268946200,7	205,78	0,00
Yöntem	4945903,350	2	2472951,675	1,892	0,157
Ağaç * Yöntem	6870836,180	4	1717709,045	1,314	0,272
Hata	105860882,98	81	1306924,481		
Toplam	8934750835,8	90			

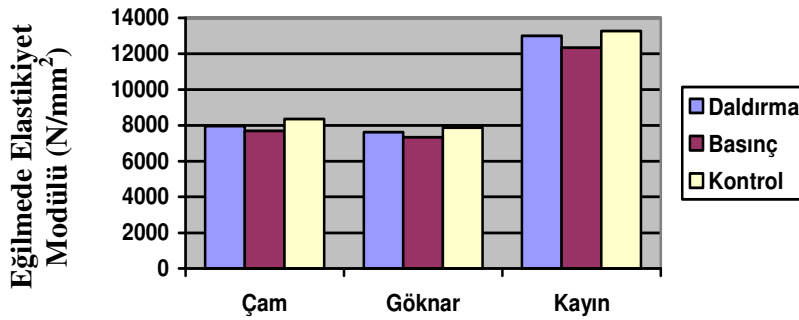
Eğilmede elastikiyet modülü değerlerine emprenye maddesi ve çeşidinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıklar önemli çıkmıştır. Bunlara uygulanan Duncan testi sonuçları Çizelge 3.38’de verilmiştir.



Çizelge 3.38. Eğilmede elastikiyet modülü Duncan testi sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Kontrol	13274,58	a
	Daldırma	13009,68	ab
	Basınç	12349,83	b
Çam	Kontrol	8355,72	c
	Daldırma	7968,58	c
	Basınç	7691,16	c
Gökmar	Kontrol	7870,50	c
	Daldırma	7616,17	c
	Basınç	7343,43	c

En yüksek elastikiyet modülü kayın odunu kontrol örneklerinde (13274,58 N/mm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (7343,43 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Ağaç malzemede emprenye maddesinin ve çeşidinin elastikiyet modülü değerlerine etkisine ilişkin grafik Şekil 3.13' de verilmiştir.



Şekil 3.13. Ağaç malzemede eğilmede elastikiyet modülü.

### 3.4.3. Liflere Paralel Basınç Direnci Değerleri

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin ortalama basınç dirençleri değerlerine ait değerler Çizelge 3.39'da verilmiştir.

Çizelge 3.39. Basınç dirençleri ortalama değerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	39,96	2,81
	Daldırma	41,36	1,90
	Kontrol	42,67	1,72
Gökmar	Basınç	34,68	1,69
	Daldırma	37,85	3,01
	Kontrol	38,58	2,20
Kayın	Basınç	66,98	2,99
	Daldırma	68,01	4,25
	Kontrol	75,43	4,05

Basınç direnci değeri en yüksek kayın odunu kontrol örneklerde (75,43 N/mm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (34,68 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Basınç direncine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi ve çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.40'da verilmiştir.

Çizelge 3.40. Emprenye maddesinin basınç direnci üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

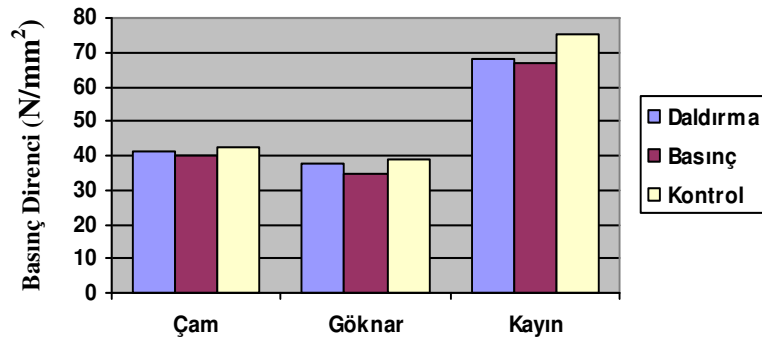
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	21999,778	2	10999,889	905,352	0,00
Yöntem	61,619	2	30,809	2,536	0,08
Ağaç * Yöntem	302,995	4	75,749	6,235	0,00
Hata	984,138	81	12,150		
Toplam	240968,067	90			

Basınç direnci değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesi ve çeşidinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara Duncan testi uygulanmıştır. Duncan testi sonuçları Çizelge 3.41’de verilmiştir.

Çizelge 3.41. Basınç direnci Duncan testi sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Kontrol	75,43	a
	Daldırma	68,01	b
	Basınç	66,98	b
Çam	Kontrol	42,67	c
	Daldırma	41,36	c
	Basınç	39,96	cd
Gökmar	Kontrol	38,58	d
	Daldırma	37,85	ed
	Basınç	34,68	e

En yüksek basınç direnci değeri kayın odunu kontrol örneklerinde (75,43 N/mm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (34,68 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Ağaç malzemedeki emprenye maddesi ve çeşidinin basınç direnci değerlerine etkisine ilişkin grafik Şekil 3.14’de verilmiştir.



Şekil 3.14. Ağaç malzemedeki basınç direnci.

### 3.4.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direnci Değerleri

Emprenye yapılmış ve yapılmamış ağaç malzemelerin ortalama dinamik eğilme dirençleri değerlerine ilişkin değerler Çizelge 3.42’de verilmiştir.

Çizelge 3.42. Dinamik eğilme dirençleri ortalama değerleri (kgm/cm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Standart Sapma
Çam	Basınç	0,33	0,050
	Daldırma	0,35	0,057
	Kontrol	0,37	0,039
Gökmar	Basınç	0,21	0,029
	Daldırma	0,23	0,016
	Kontrol	0,25	0,018
Kayın	Basınç	0,68	0,089
	Daldırma	0,77	0,074
	Kontrol	0,85	0,165

En yüksek dinamik eğilme direnci değeri kayın odunu kontrol örneklerinde (0,85 kgm/cm<sup>2</sup>), en düşük gökmar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (0,21 kgm/cm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Dinamik eğilme direncine ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin etkisini belirlemek için yapılan çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.43’de verilmiştir.

Çizelge 3.43. Emprenye maddesinin dinamik eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye yönteminin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	P değeri (P<0,05)
Ağaç	5,655	2	2,827	511,425	0,00
Yöntem	1,102	2	0,551	99,672	0,00
Ağaç * Yöntem	2,568	4	0,642	116,110	0,00
Hata	0,448	81	0,006		
Toplam	24,458	90			

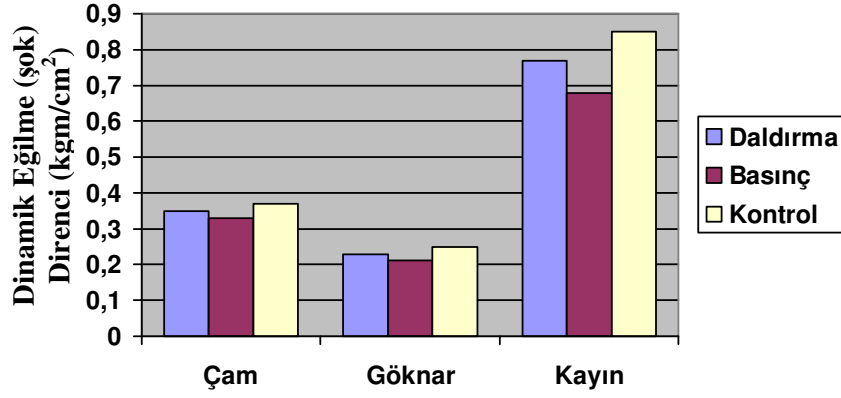
Dinamik eğilme (şok) direnci değerlerine ağaç malzeme türü ve emprenye maddesinin ve çeşidinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. Ağaç grupları arasındaki farklılıkları belirlemek için sonuçlara uygulanan Duncan testi sonuçları çizelge 3.44’de verilmiştir.

Çizelge 3.44. Dinamik eğilme Duncan testi sonuçları (kgm/cm<sup>2</sup>).

Ağaç Türü	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Homojenlik Grubu
Kayın	Kontrol	0,85	a
	Daldırma	0,77	b
	Basınç	0,68	c
Çam	Kontrol	0,37	d
	Daldırma	0,35	d
	Basınç	0,33	d
Gökmar	Kontrol	0,25	d
	Daldırma	0,23	d
	Basınç	0,21	d

Dinamik eğilme direnci değeri en yüksek dinamik eğilme direnci değeri kayın odununda kontrol örneklerinde ( $0,85 \text{ kgm/cm}^2$ ), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye yapılan örneklerde ( $0,21 \text{ kgm/cm}^2$ ) elde edilmiştir.

Dinamik eğilme direnci değerlerine ağaç malzeme türü, emprenye maddesi ve çeşidinin etkisine ilişkin grafik Şekil 3.15' de verilmiştir.



Şekil 3.15. Ağaç malzemedeki dinamik eğilme (şok) direnci.

## BÖLÜM 4

### SONUÇLAR, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

#### 4.1. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bor yağı ile emprenye edilen sarıçam, göknar ve Doğu kayını odunları, emprenyeli ve kontrol örneklerinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri test edilmiştir. Ağaç malzemelerin emprenye sonrasında emprenyeli ve emprenyesiz (kontrol) örneklerine; retensiyon miktarları ve oranları, yoğunlukları, rutubet değerleri, yanma deneyinde ölçülen değerler, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, liflere paralel yönde basınç direnci ve dinamik (şok) eğilme direnci deneyleri yapılmıştır.

Ağaç malzemenin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin pH değerleri ve yoğunlukları emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında ölçülmüştür. Emprenye maddesinin deney öncesi ve deney sonrasındaki pH değerlerinde ve yoğunluklarında önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Bu durum her emprenye çeşidinde yeni çözeltilerin kullanılmasından kaynaklanabilir. Her iki yöntemde de emprenye işlemi öncesinde ve sonrasında pH değeri %5'lik çözelti yoğunluğunda pH 9,3 bulunmuştur. Yoğunlukları ise vakum-basınç yönteminde E.Ö. 1,392 g/cm<sup>3</sup>, E.S. 1,4 g/cm<sup>3</sup> ve daldırma yönteminde E.Ö. 1,392 g/cm<sup>3</sup>, E.S. 1,4 g/cm<sup>3</sup> ölçülmüştür.

Retensiyon miktarı ve oranı en yüksek sarıçam odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde, en düşük kayın odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde tespit edilmiştir. Sarıçamda yüksek retensiyon elde edilmesi iğne yapraklı ağaçların boyuna yönde sıvı akışını sağlayan geçit çiftlerinin açık ve yoğunluğunun düşük olmasından kaynaklanabilir. Kayın odununda düşük çıkması, yoğunluğunun fazla olmasından ve hücre boşluklarının az olması sebep

olabilir. Basınç yöntemiyle emprenye edilen ağaç malzemede, daldırma yöntemiyle yapılan ağaç malzemeye göre daha fazla emprenye maddesi bulunmasının nedeni; basınç yönteminde önce vakum yapılarak hücre boşluklarındaki havanın boşaltılıp daha sonra emprenye maddesinin sevk edilerek daha iyi nüfuz etmesi gösterilebilir. Literatürde, Doğu kayını ve sarıçam odunları borlu, amonyumlu, fosforlu ve organik çözücü maddelerle emprenye edilmiştir. Benzer bir çalışmada retensiyon miktarı, (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 (Peker vd, 1999).

En yüksek tam kuru yoğunluk değeri basınç yöntemiyle emprenye yapılan kayın odunu örneklerinde ( $0,70 \text{ g/cm}^3$ ), en düşük göknar odunu kontrol örneklerde ( $0,31 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. Hacim yoğunluk değeri en yüksek kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde ( $0,72 \text{ g/cm}^3$ ), en düşük göknar odununda daldırma yöntemiyle emprenye edilen örneklerde ( $0,36 \text{ g/cm}^3$ ) elde edilmiştir. Bu durum emprenye maddesinin yağlı bir madde olmasından kaynaklanabilir. Literatürde, kayın odununda borik asit+boraks+stiren ve izosiyanat, sarıçam odununda PEG-400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile elde edilmiştir (Örs vd., 1999). Sahil çamı ve melez kavak odunları, stiren ve MMA ile 30 dk. süreyle  $7 \text{ cm/Hg}^{-1}$  vakum ve 24 saat normal oda sıcaklığında daldırma yöntemiyle emprenye edildikten sonra yoğunluklarının 2,5 kat arttığı saptanmıştır (Yalınkılıç, 1993). Bu da emprenye işleminin yoğunluğu arttırdığını desteklemektedir.

Ağaç malzemelerin rutubet miktarları en yüksek sarıçam örneklerinde % 12,95, en düşük kayın odunu örneklerinde % 11,44 tespit edilmiştir.

Yanma deneyi sonucu ağırlık kaybı en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (% 87,78), en düşük sarıçam odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (% 81,22) elde edilmiştir. Buna sebep olarak kullanılan emprenye maddesinin basınç metoduyla daha iyi nüfuz edip yanmayı azalttığı söylenebilir. Literatürde, sarıçam ve Doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri, sodyum sülfat, sodyum tetraborat, bakır sülfat, potasyum nitrat ve çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan yöntemlerle emprenye edilmiş, daldırma metoduyla emprenye edilen



örneklerin yanma özelliklerinin basınç yöntemiyle emprenye edilenlere göre istatistiksel bakımdan daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir (Örs vd, 1999). Ölçülen en yüksek sıcaklık değeri kayın odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (372,14 °C), en düşük göknar odununu kontrol örneklerinde (235,33 °C) elde edilmiştir. Literatürde, odunda yanma direnci; odun cinsi, kömürleşme derecesi ve odunun özgül kütlesi gibi özelliklerine bağlı olarak değişmekte ve emprenye işlemlerinin kömürleşme derecesi üzerinde önemli etkileri bulunmaktadır (Ellis et al, 1984). Yanma esnasında ölçülen en yüksek O<sub>2</sub> değeri göknar odununda kontrol örneklerde (% 17,15), en düşük kayın odununu basınç örneklerinde (% 14,20) elde edilmiştir. En yüksek CO<sub>2</sub> kayın odununda basınç örneklerinde (% 6,80), en düşük göknar odununda kontrol örneklerinde (% 3,85) elde edilmiştir. Bunun nedeni göknar odunu kontrol örneklerinin çabuk yanması olabilir. Zira yanmayı çabuk tamamlayan göknar kontrol grubunda yanma sonrası ölçülen O<sub>2</sub> miktarı artmakta, CO<sub>2</sub> azalmaktadır. Bunun sonucunda O<sub>2</sub> ortalaması yükseltmekte CO<sub>2</sub> ortalaması düşmektedir. Emprenyeli örnekler yavaş yanmaktadır. Literatürde, borlu bileşiklerin sulu çözeltileri ve ikincil olarak çeşitli su itici maddeler kullanarak emprenye edilen Douglas göknarı odununda, borlu bileşiklerin, su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini önemli ölçüde azalttığı tespit edilmiştir (Yalınkılıç vd, 1997). Bu sonuç da çalışmayı desteklemektedir. Yanma deneyi sırasında ölçülen en yüksek CO basınç yöntemiyle emprenye edilen kayın odununda (4544,23 ppm), en düşük göknar odunu kontrol örneklerinde (1335,58 ppm) elde edilmiştir. Kayın odununda tespit edilen CO miktarının daha fazla olması, bu grubun daha yavaş yanmasından kaynaklanabilir. Göknar odunu çok hızlı yandığı için CO miktarı düşük çıkmıştır. Yanma sonucunda geriye kalan yanmamış parça ve kül miktarı en yüksek basınç yöntemiyle emprenye edilen sarıçam odununda (% 18,78), en düşük kayın odunu kontrol örneklerinde (% 12,22) elde edilmiştir. Bunun sebebi emprenye maddesinin yanmayı azaltmış olabileceğidir. Literatürde, odunun yanmaya karşı direncinin artırılması için, kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması birçok kullanım yerinde zorunlu olduğu belirtilmektedir (Le Van and Winandy, 1990).

Bu çalışmada eğilme direnci en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde (126,49 N/mm<sup>2</sup>), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde (49,03 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir. Buna göre emprenyede kullanılan bor yağının ve

emprenye yönteminin eğilme direncini düşürdüğü söylenebilir. Literatürde, 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 (Yıldız vd, 2004). Bu sonuçlar testde bulunan değerleri desteklemektedir.

Eğilmede elastikiyet modülü en yüksek değeri kayın odunu kontrol örneğinde ( $13274,58 \text{ N/mm}^2$ ), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde ( $7343,43 \text{ N/mm}^2$ ) elde edilmiştir. Buna göre bor yağının ağaç malzemeyi biraz gevreklettiği veya emprenye yönteminin bu duruma sebep olduğu söylenebilir. Ayrıca kayın odunun yoğunluğunun yüksek olması da buna sebep olabilir. Literatürde, kayın odunundan hazırlanan lamine levhalar ön işlem olarak borik asit ile emprenye işlemine tabi tutulmuş daha sonra lamine levhaların çeşitli mekanik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre, borik asit ile emprenye işleminin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde az bir düşüşe sebep olduğu, yalnız bu düşüşün, istatistiksel anlamda önemli düzeyde olmadığı belirlenmiştir (Çolakoğlu vd, 2003). % 1'lik borik asit ile işlem gören lamine levhaların elastiklik modülü değerlerinin işlemsiz (kontrol) örneklerine oranla % 5,1 azaldığını bildirmişlerdir. (Çolakoğlu vd, 2003). Bu değerler de çalışmayı desteklemektedir.

Basınç direnci en yüksek kayın odunu kontrol örneklerinde ( $75,43 \text{ N/mm}^2$ ), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde ( $34,68 \text{ N/mm}^2$ ) elde edilmiştir. Literatürde, bor maddesinin odundaki selüloz zincirlerini hidrolize etmesi sebebiyle direnci düşürdüğü belirtilmektedir (Kollmann and Cote, 1968). Burada bor yağı hücrelere girerek ağaç malzemenin selüloz zincir yapısını zayıflatarak hücrenin kohezyon özelliğinde deformasyona sebep olmuş olabilir.

Dinamik eğilme (şok ) direnci en yüksek kayın odununda kontrol örneklerinde ( $0,85 \text{ kgm/cm}^2$ ), en düşük göknar odununda basınç yöntemiyle emprenye edilen örneklerde ( $0,21 \text{ kgm/cm}^2$ ) elde edilmiştir. Buna sebep emprenye maddesinin ağaç malzemeye derinlemesine nüfuz etmesi gösterilebilir. Literatürde, emprenye

işlemlerinde kullanılan % 1 konsantrasyondaki CCA emprenye çözeltisinin, dinamik eğilmeye etkilerini belirlemek için, kontrol ve su ile emprenye edilen örneklerle karşılaştırmıştır. Yapılan test sonuçlarında, CCA emprenye maddesi ile yapılan emprenye işleminin, dinamik eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu bulunmaktadır (Kartal, 1998). Emprenye maddesi ve çeşidi nedeniyle bu çalışmada farklı sonuç elde edilmiştir. Bu farklılık uygulanan emprenye metodundan kaynaklanabilir.

#### **4.2. ÖNERİLER**

Yapılan emprenye türüne göre retensiyon miktarı ve ağaç malzeme yoğunluğu değişmektedir. Basınç yöntemiyle yapılan emprenyede ölçülen değerler daldırma metoduyla yapılan emprenyeye göre daha fazla bulunmuştur. Bu duruma göre ağaç malzemeyi korumak için basınç yöntemiyle emprenye edilmeli, böylece elde edilen bu değerler emprenye süreleri uzatılarak daha da arttırılabilir.

Kullanılan emprenye maddesi ve çeşidi ağaç malzemenin yanmasını azaltmıştır. Basınç yöntemin sırasında emprenye maddesi, daldırma yöntemiyle yapılan emprenye işlemine göre ağaç malzemeye daha iyi nüfuz etmesinden dolayı; basınç yöntemiyle emprenye yapılan deney örnekleri, daldırma ve kontrol gruplarına nazaran daha az yanmıştır. Yapılan emprenye yanmaya karşı olumlu sonuç vermiştir. Yanmaya maruz kalabilecek yerlerde kullanılan ağaç malzemenin yanmasını azaltmak için basınç yöntemiyle emprenye edilmiş malzeme kullanılabilir. Ayrıca emprenye çözelti konsantrasyonu değiştirilebilir veya emprenye süreleri arttırılabilir.

Emprenyeli malzemeye yapılan mekanik testler sonucunda eğilme, eğilmede elastikiyet modülü, basınç ve dinamik eğilme direnci deneylerinde en iyi dayanım kontrol örneklerinde ölçülmüştür. Buna göre bor yağı malzemedeki direnç kaybına yol açmıştır. Bunun yanı sıra en yüksek direnci kayın odunu göstermiştir. Fiziksel etkilere maruz kalacak yerlerde bor yağı ile emprenye edilmiş ağaç malzeme ve mekanik dirence maruz kalacak yerlerde ise kayın odununun işlem görmemiş hali kullanılması tavsiye edilebilir.

Sanayide atık olarak geriye kalan bor yağı bu şekilde değerlendirilerek geri dönüşümü sağlanabilir. Böylece çevreye zarar vermeden bir kimyasal kullanılarak hem ülke ekonomisine katkı sağlanabilir hem de doğayı kirletmeden temiz bir çevreyle beraber milli kalkınma desteklenmiş olur.

Bundan sonraki yapılacak olan çalışmalarda değişik ağaç türlerinden elde edilen lamine levhalar bor yağı ile emprenye yapılarak deneysel çalışmalar yapılabilir. Ayrıca ağaç malzeme türleri ve kompozitleri çeşitli kimyasallar ve bor yağıyla emprenye edilerek etkileşim farkları değişik deneysel çalışmalarla bulunabilir.

## KAYNAKLAR

- Acarkan, N., “Bor ürün Çeşitleri ve Kullanım Alanları”, *I. Uluslararası Bor Sempozyumu*, Kütahya, 1-5 (2002).
- Akira. K., Shinpei. M., Shigeo. U. and Youichi. S., Process for Removing Nitrogen Oxides from Combustion Flue Gas, <http://www.freepatentsonline.com/4141959.html> (1979).
- ASTM-E 69.** Standart Test Method for Combustible of Treated Wood by the Fire Apparatus.
- ASTM D 1413-07** Standard Test Method for Wood Preservatives by Laboratory Soil-Block Cultures. ASTM International: West Conshohocken, USA (2007).
- Atar, M., Renk Açıcı Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemede Üst yüzey İşlemlerine Etkileri, Doktora Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (1999).
- Baysal, E., Yalınkılıç, M.K., Çolak, M. ve Göktaş, O. Bitkisel Sepi Maddeleri ve Borlu Bileşikler ile Muamele Edilen Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) *Odununun Yanma Özellikleri*, *Turk J Agric For*, **27**, Tübitak-Ankara, 245-252 (2003).
- Bozkurt, Y., Erdin, N. Ağaç Teknolojisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını*, 3998: İstanbul, 237-345 (1997).
- Bozkurt, Y., Erdin, N., Odun Anatomisi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul (2000).
- Bozkurt, Y., Göker, Y., “Orman ürünlerinden faydalanma”, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları*, 3402: 448 (1986).
- Bozkurt, Y., Kantay, R. ve Erdin, N. Ağaç Malzemenin Korunması ve Önemi, *Milli Produktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 338: 13-23 (1988).
- Bozkurt, Y., Göker Y. ve Erdin, N., Belgrad Ormanlarında Suni Olarak Yetiştirilmiş Douglas Göknaarı [*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco]’nın Fiziksel ve Mekanik özellikleri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, A-42/2: 23-44 (1992).
- Çolakoğlu, G., Çolak, S., Aydın, İ., Yıldız, Ü.C. ve Yıldız, S., “Effect of Boric Acid Treatment on Mechanical Properties of Laminated Beech Veneer Lumber”, *Silva Fennica*, **37** (4): 505-510 (2003).

Dastin, R., M., Stanke, D.A. and Springer, G.S., Mechanical Properties of Southern Pine and Douglas fir at Elevated Temperatures, *Journal of -Fire and -Flammability*, 13 (4): 237-249 (1982).

DPT, “VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı (2001-2005)”, *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu*, Ankara, 150 (2000).

Ellis, W.O., Rowell, R.M., Reaction of İsociyanates With Southern Pine Wood To Improve Dimensional Stability and Dercay Resistance, *Wood and Fiber Science*, 16 (3): 346-349 (1984).

Erten, P. Ahsap Malzemenin Korunmasında Yararlanılan Başlıca Teknikler, *Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları*, Ankara, 338, 127–130 (1988).

“Eti Maden İşletmeleri Genel Müdürlüğü Katoloğu” , 85 (1997).

Güler H., Demir Baykal E., Hidrotermal ve Mikrodalga Enerjiyle, Lityum İçeren Boratlı Fosfatlı Bileşiklerin Sentezlenmesi, Kristal Yapı ve Termokimyasal Özelliklerinin İncelenmesi, *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2003).

Hafızoğlu, H., Yalınkılıç, M.K., Yıldız, Ü.C., Baysal, E., Demirci, Z. ve Peker, H., “Türkiye Bor Kaynaklarının Odun Koruma (Emprenye) Endüstrisinde Değerlendirilme İmkânları”, *TÜBİTAK Projesi*, TOAG-875, 377 (1994).

Hilado, C.J., Murphy, R.M., Fire Response of Organic Polymeric Materials, Design of Buildings for Fire Safety, *A Symposium ASTM Special Technical Publication* Philadelphia, USA, 685, 242p (1979).

İnternet 1: <http://www.etiholding.gov.tr> (2009).

İnternet 2: [www.speedol.com.tr](http://www.speedol.com.tr) (2009).

İnternet 3: [www.poas.com.tr](http://www.poas.com.tr) (2009).

Karayazıcı, I., Nal, N. ve Celayir, F., “Bor ve Bor Bileşikleri”, *Türkiye Sınai Kalkınma Bankası A.Ş. Kimya Sektör Araştırma Müdürlüğü*, İstanbul, 193 (1980).

Kartal S. N., CCA Emprenye Maddeleri İle Korunan Ağaç Malzemenin Dayanıklılık, Yıkanma ve Direnç Özellikleri, Doktora Tezi, *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul (1998).

Keskin vd., Lamine Edilmiş Sarıçam (Pinus Sylvestris L.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 6 (2003).

Kollmann, F.F.P., Cote, W.A., “Principles of wood science and technology” *I. Solid wood*, *Springer-Verlag*, Berlin and Heidelberg, Germany, 592 (1968).

Le Van, S. L., Winandy, J.E., “Effects of Fire Retardant Treatments on Wood Strenth: A Rewiev”, *Wood and Fiber Science*, 22 (1): 113-131 (1990).

LeVan, S.L., H.C. Tran., “The role of boron in flame-retardant treatments. First International Conference on Wood protection With Diffusible Preservatives”, *Nashville*, Tennessee, November, 28–30, 39–41 (1991).

Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Ders Notları, *KTÜ Orm. Fak.* Trabzon, 3652 (1984).

Murphy, R.J., D.J. Dickinson, P.J. Wickens and R. Haschim., “Vapors boron treatment of wood composites”, *Timber Technology Research Group, Department of Biology Imperial College*, UK, 49-56 (1993).

Örs, Y., ve Keskin, H., Ağaç Malzeme Bilgisi, Kale Matbaacılık, *KOSGEB Küçük ve Orta Ölçekli Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı*, Ankara, 1: 157 (2001).

Örs, Y., Atar, M. ve Peker, H., Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, Tübitak, 23 (5): 1169-1179 (1999).

Örs, Y., Sönmez, A. ve Uysal, B., “Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri”, *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 23 (2): 43-48 (1999).

Özen, R., Özçifçi, A. ve Uysal, B. Emprenyeli Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Yanma Özellikleri, *P.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 7 (1): 131-138 (2000).

Özçifçi, A., Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2001).

Peker, H., Atar, M. ve Uysal, B., “Ağaç Malzemedede Yanmayı Geciktirici ve Su İtici Kimyasal Maddelerin Eğilme Direncine Etkileri”, *P.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 5 (1): 975-983 (1999).

Sheard, L., Ahşap Malzemenin Korunmasında Geçerli Uygulama ve Araştırmalar, Ahşap Malzemenin Korunması, *MPM Yayınları*, 338: 24-33 (1988).

Sönmez, A., Açık Hava Etkisine Maruz Kalmış Ahşap Yüzeylerde Boya-Vernik Katmanlarının Dayanıklılığı, *TSE, Standard Dergisi*, 34 (404): 57-59 (1995).

*TS 2471*, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleyler İçin Rutubet Miktarı Tayini T.S.E. Ankara (1976).

*TS 2472*, Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyleyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini T.S.E. Ankara (1976).

- TS 2474**, Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini T.S.E. Ankara (1976).
- TS 2477**, Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini T.S.E. Ankara (1976).
- TS 2595**, Odunun Liflere Paralel Doğrultuda Basınç Direnci Tayini T.S.E. Ankara (1977).
- TS 5724**, Ahşap Koruma – Suda Çözünen Emprenye Maddelerinde ve Emprenye Edilmiş Ahşapta Bor, Bakır, Krom ve Arsenik Miktarı Tayini-Volumetrik Metot, TS Standardı (1988).
- Tümsek, M., “Emprenye maddeleri ile İlgili Standart Test Metotları ve Türkiye’de Emprenye Maddeleri Üretimi”, Yüksek Lisans Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 166 (1987).
- Uysal, B., Çeşitli Su İtici ve Yangın Geciktirici Kimyasal Maddelerin Kızılgaç Odununun Yanma Özellikleri, **Z.K.Ü KTEF Teknoloji Dergisi**, 1 (2): 81-89 (1998).
- Winandy, J. E., Morell, J. J., “Protection of Wood Design in Adverse Environments”, **In: Proceedings of I. Forest Product**, 354-359 (1990).
- Winandy, L.H., “Potential Benefits of Diffusible Preservatives for Wood Protection: an Analysis with Emphasis on Building Protection, in: First International Conference on Wood Protection, with Diffusible Preservatives, M.Hamel, Ed.”, **Forest Products Research Society**, 29-35, (1990).
- Yalınkılıç, M. K., “Ağaç Malzemenin Yanma, Higroskopisite ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri”, Doktora Tezi, **K.T.Ü. Orman Fak. Orman. End. Müh. Böl.**, Trabzon, 265-270, 312 (1993).
- Yalınkılıç, M.K., Baysal, E. ve Demirci, Z., “Çeşitli Emprenye Maddelerinin Duglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) Odununun Yanma Özellikleri üzerine Etkileri”, **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, 256 (1997).
- Yalınkılıç, M.K., Baysal, E. ve Demirci, Z., “Bazı Borlu Bileşiklerin ve Su İtici Maddelerin Kızılçam Odununun Yanma Özellikleri Üzerine Etkileri”, **Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi**, 21: 423-431 (1997).
- Yaltırık F., Angiospermae (Kapalı Tohumlular), **Dendroloji Ders Kitabı II Bölüm I**, İstanbul, 2: 46-48 (1993).
- Yıldız, Ü.C., A. Temiz, E.D. Gezer ve S. Yıldız., “Effects of the wood preservatives on mechanical properties of yellow pine (Pinus sylvestris L.) wood”, **Building and Environment**, 39: 1071–1075 (2004).



## **ÖZGEÇMİŞ**

Faruk BATAN 1983 yılında Mersin’de doğdu; İlköğrenimini Uzuncaburç İlköğretim Okulu’nda, Orta öğrenimini Silifke Anadolu Ticaret Meslek Lisesi’nde Bilgi İşlem Bölümü’nde tamamladı. 2003 yılında Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü’ne girdi; 2007 yılında “iyi” derece ile mezun oldu. Halen; 2008 yılında K.B.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı’nda başlamış olduğu yüksek lisans programını sürdürmektedir.

### **ADRES BİLGİLERİ**

**Adres :** Uzuncaburç Kas. Cumhuriyet Mah.  
Ahmet Gök Cad. No:60/1 33960  
Silifke/MERSİN

**Tel :** (0324) 725 61 02

**Cep Tel :** (0537) 478 18 95

**E-posta :** faruk\_batan@mynet.com