

**ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ
MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

Aydın AYTAŞKIN

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

**KARABÜK
Haziran 2009**

Aydın AYTAŞKIN tarafından hazırlanan “ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL



Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

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

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan: Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Metin KAYA (KBÜ)



06.10.7./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.”



Aydın AYTAŞKIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÇEŞİTLİ KİMYASAL MADDELERLE EMPRENYE EDİLMİŞ AĞAÇ MALZEMELERİN BAZI TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Aydın AYTAKIN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL

Haziran 2009, 115 Sayfa.

Bu çalışmada, çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Ağaç malzeme olarak Kavak (*Populus nigra*), Kestane (*Castanea sativa*) ve Ihlamur (*Tilia gümüşü*), emprenye maddesi olarak boraks, borik asit, boraks + borik asit, sodyum silikat, di amonyum fosfat, amonyum sülfat, çinko klorür ve tutkal olarak poliüretan tutkalı kullanılmıştır. Örnekler basınç-vakum yöntemi ile emprenye edilmişlerdir. Teknolojik özelliklerden, yoğunluk, ısı iletkenlik katsayıları, basınç direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü, yapışma direnci ve yanma deneyi sonucunda ağırlık kaybı, ilgili standartlara göre test edilmiştir.

Deneyle sonunda, emprenye maddesi türünün teknolojik özellikler üzerine etkisinin ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Genel olarak, emprenye maddeleri yoğunluk ve ısı iletkenliğini arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca emprenye maddelerinin mekanik özellikleri etkilediği, eğilme direnci ve elastikiyet modülünü

azalttığı, basınç direncinde ise ağaç türlerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, emprenye maddelerinin yapışma direncini olumsuz yönde etkilediği belirlenmiştir. Yanma deneyleri sonucunda kullanılan tüm emprenye maddelerinin ağırlık kaybını azalttığı belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ağaç Malzeme, Emprenye, Isı İletkenlik Katsayısı, Yapışma Direnci, Yanma, Eğilme Direnci, Elastikiyet Modülü, Basınç Direnci, Poliüretan Tutkal.

Bilim Kodu : 626.28.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

SOME TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF WOOD IMPTEGNATED WITH VARIOUS CHEMICAL SUBSTANCES

Aydın AYTAŞKIN

Karabük University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Furniture and Decoration Education

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL

June 2009, 115 Pages.

In this study some technological properties of wood impregnated with various chemical substances were examined. Poplar (*Populus nigra*), Chestnut (*Castanea sativa*) and Birch (*Tilia gümüşî*) were used as wood materials; borax (BO), boric acid (BA), borax+boric acid (BX+BA), sodium silicate (SS), di ammonium phosphate (DAF), ammonium sulphate (AS), zinc chloride (CK) were used as impregnated material and polyurethane was used as adhesive. The samples were impregnated by using the vacuum-pressure method. The following parameters have been tested: thermal conductivity coefficients, compression strength, bending strength, modulus of elasticity, bonding strength and weight loss after combustion.

Results indicated that, the influence of chemical impregnatings on the technological properties of wood varied according to wood species. Generally, impregnation process increased density and thermal conductivity of wood. Also, impregnation

chemicals affected mechanical properties of wood. The bending strength and modulus of elasticity decreased with impregnation process while the compression strength exhibited difference according to wood species. It was proved that the impregnation chemicals affected bonding strength of wood in a negative way. In consequence of combustion experiments, all of the impregnation chemicals decreased the loss in weight.

Key Words : Wood, Impregnation, Thermal Conductivity, Compression Strength, Combustion, Bending Strength, Modulus of Elasticity, Bonding Strength, Polyurethane Adhesive

Scientific Code : 626.28.01

TEŞEKKÜR

“Çeşitli Kimyasal Maddelerle Emprenye Edilmiş Ağaç Malzemelerin Bazı Teknolojik Özellikleri ” isimli bu alışma, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçimi ve yürütölmesi sırasında fikir ve katkılarından yararlandığım danışmanım Yrd. Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL’a, çalışmamın yürütölmesi sırasında yapmış olduğu yönlendirmelerinden dolayı sayın Prof. Dr. Burhanettin UYSAL ve Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ’ ye çalışmamın laboratuvar aşamasında ve istatistikî çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI, Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN’a, Yrd. Doç. Dr. Zehra Ersözölü ve Alpay Ersözölü’ye teőekkürü bir borç bilirim.

Her zaman yanımda olan ve maddi ve manevi desteklerini hep yanımda gördüğüm sevgili aileme, eşim Müşerref Hanım’a ve kızım Hafsa Ece’ye sonsuz teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
ÇİZELGELER DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	
GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ	1
1.2. EMPRENYE İLE ODUNUN ANATOMİK YAPISI ARASINDAKİ İLİŞKİ	3
1.2.1. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı	5
1.2.2. Odunun Permeabilitesi	6
1.3. EMPRENYE YÖNTEMİ	7
1.3.1. BasınçUygulayan Metotlar	7
1.3.1.1. Dolu Hücre Metodu	8
1.3.1.2. Boş Hücre Metodu	9
1.3.2. Basınç Uygulamayan Metotlar	9
1.3.3. Besi Suyunu Çıkarma Metodu	9
1.3.4. Difüzyon Metodu	10
1.3.5. Yerinde Bakım Metodu	10
1.3.6. Kısa Süreli Daldırma Metodu	10
1.4. AHŞAP MALZEME ve ISI İLİŞKİLERİ	11
1.4.1. Isı Yayılımı	11
1.4.1.1. Isı	11
1.4.1.2. Sıcaklık	11

	<u>Sayfa</u>
1.4.1.3. Sistem	11
1.4.1.4. Süreklilik Eşitliği	12
1.4.1.5. Termik Durum Eşitliği	12
1.4.1.6. Sistemin İç Enerjisi	12
1.4.1.7. Özgül Isı	12
1.4.2. Ağaç Malzemenin Isı İletme Kabiliyeti	12
1.4.2.1. Ağaç Malzemenin Isı İletme Katsayısının Bulunması	13
1.4.2.2. Özgül Ağırlık ile İlgili Olarak Tam Kuru Odunda Isı İletimindeki Değişmeler.....	14
1.4.2.3. Lif Yönü ile İlgili Olarak Ağaç Malzemede Isı İletme Kabiliyeti.....	15
1.5. AĞAÇ MAZEMENİN YAPIŞMASI	15
1.5.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci	18
1.5.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler	19
1.5.3. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler	19
1.5.3.1. Odunun Yapısı	20
1.5.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü	20
1.5.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi	21
1.5.3.4. Tutkal Özellikleri ile İlgili Faktörler	22
1.6. AĞAÇ MALZEMENİN YANMA ÖZELLİĞİ	23
1.6.1. Yanma Olayı	23
1.6.2. Sıcaklığın Ağaç Malzemeye Olan Etkisi	24
1.6.3. Tutuşma ve Yanma	26
1.6.4. Korlaşma Veya Kor Halinde Yanma	27
1.6.5. Alevin Yayılması	28
1.6.6. Yanma Isısı	29
1.6.7. Duman ve Zehirli Gazlar	29
1.6.8. Yangının Yapı Malzemelerine Etkileri	30
1.7. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	31

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT	41
-------------------------	----

	<u>Sayfa</u>
2.1. MATERYAL	41
2.1.1. Ağaç Malzeme	41
2.1.1.1. İhlamur (<i>Tilia gümüşü</i>)	41
2.1.1.2. Kestane (<i>Castanea sativa</i>)	42
2.1.1.3. Kavak (<i>Populus nigra</i>)	43
2.1.2. Emprenye Maddeleri.....	44
2.1.2.1. Sodyum Silikat	44
2.1.2.2. Diamonyum Fosfat	45
2.1.2.3. Amonyum Sülfat	45
2.1.2.4. Çinko Klorür	45
2.1.2.5. Boraks	46
2.1.2.6. Borik Asit	46
2.1.2.7. Boraks+Borik Asit	47
2.1.3. Tutkal	47
2.1.3.1. Poliüretan Esaslı Desmodur VTKA Tutkalı	47
2.2. METOT	47
2.2.1. Örnek Ağaçların Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması	47
2.2.2. Örneklerin Emprenye İşlemleri	48
2.2.3. Retensiyon Miktarı ve Retensiyon Oranı	49
2.2.4. Tam Kuru Yoğunluk	49
2.2.5. Hava Kurusu Yoğunluk	50
2.2.6. Isı İletkenlik Katsayısı Belirlenmesi Deneyi	50
2.2.7. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü	51
2.2.8. Basınç Direnci	53
2.2.9. Yanma Deneyi	55
2.2.10. Yapışma Direnci	56
2.2.11. Verilerin İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi	57
BÖLÜM 3	
BULGULAR.....	58
3.1. Emprenye Maddeleri	58
3.2. Retensiyon (Tutunma) Miktarı	59

	<u>Sayfa</u>
3.3. Tam Kuru Yoğunluk	60
3.4. Hava Kurusu Yoğunluk	62
3.5. Isı İletkenlik Değerleri	65
3.5.1. Kavak Odununun Isı İletkenlik Değerleri	66
3.5.2. Kestane Odununun Isı İletkenlik Değerleri	67
3.5.3. Ihlamur Odununun Isı İletkenlik Değerleri	68
3.6. Eğilme Direncinde Meydana Gelen Değişmeler	69
3.6.1. Kavak Odunun Eğilme Direnci	71
3.6.2. Kestane Odunun Eğilme Direnci	72
3.6.3. Ihlamur Odunun Eğilme Direnci	73
3.7. Elastikiyet Modülünde Meydana Gelen Değişmeler	74
3.7.1. Kavak Odunun Elastikiyet Modülü	76
3.7.2. Kestane Odunun Elastikiyet Modülü	77
3.7.3. Ihlamur Odunun Elastikiyet Modülü	78
3.8. Liflere Paralel Basınç Direncinde Meydana Gelen Değişmeler	79
3.8.1. Kavak Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci	81
3.8.2. Kestane Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci	82
3.8.3. Ihlamur Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci	83
3.9. Yapışma Direnci	84
3.9.1. Kavak Odunu Yapışma Direnci	86
3.9.2. Kestane Odunu Yapışma Direnci	87
3.9.3. Ihlamur Odunu Yapışma Direnci	88
3.10. Yanma Deneyi	89
3.10.1. Kavak Odunu Ağırlık Kaybı	89
3.10.2. Kestane Odunu Ağırlık Kaybı	90
3.10.3. Ihlamur Odunu Ağırlık Kaybı	91

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE TARTIŞMA	93
4.1. Emprenye Maddeleri	93
4.2. Retensiyon (Tutunma) Miktarı	93

	<u>Sayfa</u>
4.3. Tam Kuru Yoğunluk	94
4.4. Hava Kurusu Yoğunluk	95
4.5. Isı İletkenliği	96
4.6. Eğilme Direnci	97
4.7. Elastikiyet Modülü	99
4.8. Liflere Paralel Basınç Direnci	101
4.9. Yapışma Direnci	102
4.10. Yanma Deneyi	104
BÖLÜM 5	
ÖNERİLER	105
KAYNAKÇA	107
ÖZGEÇMİŞ	115

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Bir Alevdeki Gaz ve Yanma Bölgelerinin Şematik Gösterilmesi	24
Şekil 1.2. Ağaç Malzemede Kömürleşmenin Oluşumu	25
Şekil 1.3. Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form	30
Şekil 2.1. QTM-500 cihazı ile ısı iletkenlik katsayısı deneyi	51
Şekil 2.2. Üniversal test cihazında eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi.....	53
Şekil 2.3. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci	54
Şekil 2.4. Yanma Deney Düzeneği	55
Şekil 2.5. Üniversal test makinesinde yapışma direnci	57
Şekil 3.1. Kavak odununda emprenye maddelerine göre ağırlık kayıpları	90
Şekil 3.2. Kestane odununda emprenye maddelerine göre ağırlık kayıpları	91
Şekil 3.3. Ihlamur odununda emprenye maddelerine göre ağırlık kayıpları	92
Şekil 4.1. Tam Kuru Yoğunluk değerleri	92
Şekil 4.2. Hava Kuru Yoğunluk değerleri	93
Şekil 4.3. Isı iletkenlik değerleri	96
Şekil 4.4. Eğilme direnci değerleri	98
Şekil 4.5. Elastikiyet modülü	99
Şekil 4.6. Basınç direnci değerleri	101
Şekil 4.7. Yapışma direnci	103
Şekil 4.8. Yanma sonrasında oluşan ağırlık kaybı	104

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 1.1. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması	17
Çizelge 3.1. Dene örneklerinin empenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri (20°C)	58
Çizelge 3.2. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre retensiyon miktarı değerleri (kg/m ³)	59
Çizelge 3.3. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm ³)...	60
Çizelge 3.4. Emprenyeli odunun tam kuru yoğunluğu üzerine odun türü ve empenye maddesi türünün etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları.....	60
Çizelge 3.5. Tam kuru yoğunluk değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	61
Çizelge 3.6. Emprenye maddelerinin tam kuru yoğunluk değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	61
Çizelge 3.7. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre hava kuru yoğunluk değerleri (g/cm ³)	62
Çizelge 3.8. Emprenyeli odunun hava kuru yoğunluk değeri üzerine odun türü ve empenye maddesi türünün etkilerine ait çoğul varyans analizi	62
Çizelge 3.9. Hava kuru yoğunluk değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.....	63
Çizelge 3.10. Emprenye maddelerinin hava kuru yoğunluk değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	63
Çizelge 3.11. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre ısı iletkenliği değerleri (Kcal/mh °C).....	64
Çizelge 3.12. Emprenyeli odunun ısı iletkenliği üzerine odun türü ve empenye maddesi türünün etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	64

Çizelge 3.13. Isı iletkenliği değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	65
Çizelge 3.14. Emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları. Sonuçları	65
Çizelge 3.15. Kavak odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	66
Çizelge 3.16. Kavak odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği üzerine etkisine ilişkin yapılan Duncan testi sonuçları	66
Çizelge 3.17. Kestane odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	67
Çizelge 3.18. Kestane odununda ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	67
Çizelge 3.19. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	68
Çizelge 3.20. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	68
Çizelge 3.21. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre eğilme direnci değerleri (N/mm ²)	69
Çizelge 3.22. Ağaç malzemenin eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye. maddelerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	69
Çizelge 3.23. Eğilme direnci değerlerinin ağaç türleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	70
Çizelge 3.24. Emprenye maddelerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	70
Çizelge 3.25. Kavak odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	71
Çizelge 3.26. Kavak odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	71
Çizelge 3.27. Kestane odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	72
Çizelge 3.28. Kestane odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	72

Çizelge 3.29. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	73
Çizelge 3.30. Ihlamur Odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	73
Çizelge 3.31.Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre elastikiyet modülü değerleri (N/mm ²).....	74
Çizelge 3.32. Ağaç malzemenin elastikiyet modülü değerleri üzerine odun türü ve emprenye maddelerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	74
Çizelge 3.33. Elastikiyet modülü değerlerinin ağaç türlerinin üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	75
Çizelge 3.34. Emprenye maddelerinin elastikiyet modülünün üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	75
Çizelge 3.35. Kavak odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	76
Çizelge 3.36. Kavak odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	76
Çizelge 3.37. Kestane odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	77
Çizelge 3.38. Kestane odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	77
Çizelge 3.39. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	78
Çizelge 3.40. Ihlamur Odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	78
Çizelge 3.41. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre basınç direnci değerleri (N/mm ²)	79
Çizelge 3.42. Liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye maddelerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	79
Çizelge 3.43. Liflere paralel basınç direnci değerlerinin ağaç türlerinin üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	80

Çizelge 3.44. Emprenye maddelerinin liflere paralel basınç direnci üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	80
Çizelge 3.45. Kavak odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	81
Çizelge 3.46. Kavak odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	81
Çizelge 3.47. Kestane odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	82
Çizelge 3.48. Kestane odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	82
Çizelge 3.49. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	83
Çizelge 3.50. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	83
Çizelge 3.51. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre yapışma direnci değerleri (N/mm ²)	84
Çizelge 3.52. Ağaç malzemenin yapışma direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye maddelerinin etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	84
Çizelge 3.53. Yapışma direnci değerlerinin ağaç türleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	85
Çizelge 3.54. Emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	85
Çizelge 3.55. Kavak odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.....	86
Çizelge 3.56. Kavak odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	87
Çizelge 3.57. Kestane odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	87
Çizelge 3.58. Kestane odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	88

Çizelge 3.59. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları	88
Çizelge 3.60. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerler üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları	89
Çizelge 3.61. Kavak odununda emprenye maddelerinin etkisi üzerine yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)	89
Çizelge 3.62. Kestane odununda emprenye maddelerinin etkisi üzerine yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)	90
Çizelge 3.63. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin etkisi üzerine yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)	91

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1. GİRİŞ

İnsan yaşamı ve kültürünün gelişme sürecinde uzun ve mükemmel bir tarihe sahip olan ağaç malzeme; yapılarda taşıyıcı eleman, dış cephe kaplaması, döşeme ve çatı malzemeleri olarak kullanıldığı gibi, endüstriyel konstrüksiyonlarda köprü, iskele ve daha pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır (Erdin, 2003).

Endüstride kullanılan diğer malzemeler gibi ahşap malzemenin de gerek üretiminde ve gerekse işlenmesinde hızlı bir gelişme gözlenmektedir. Ahşap, kolay işlenmesi, kırılmadan önce tehlikeyi haber vermesi, ısıyı izole edişi, rengi, yapısı ve estetik özellikleri bakımından yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Bununla birlikte ahşabın istenmeyen bazı özellikleri olduğu da bir gerçektir. Doğal halde ağaç malzeme mantar ve böceklerin yıkımına uğramaktadır. Odunun higroskopik bir madde olması, hava ile arasında daima higroskopik bir denge oluşturması, adsorpsiyon ve desorpsiyon olayları sonucunda ağaçtaki üç değişik yönde çalışma oranlarının farklı olması onun istenmeyen özelliklerindedir. Odunun bu istenmeyen özelliklerinin tamamen ortadan kaldırılması mümkün görülmemektedir. Ancak ahşabın uygun kimyasal maddelerle emprenye edilmesi ve kurutulması uygun kullanımı bakımından önemli görölmektedir.

Günümüzde ağaç malzemenin özellikle yapılarda, kullanılmasında önemli bir artış gözlenmektedir. Bu bağlamda, ağaç malzemenin ısı iletkenliği, yoğunluğu gibi fiziksel özellikleri ve bunun yanında elastikiyet modölü, eğilme direnci ve basınç direnci gibi mekanik özelliklerinin bilinmesi önemlidir. Bu direnç özellikleri ağaç malzemenin diğer mekanik özellikleri hakkında ön bilgi verirler.

Ağaç malzeme - ısı ilişkilerinde; termik genleşme, özgül ısı, ısı ışıınımı, ısı değeri ve ısı iletkenliği önemli bir özellik olarak kabul edilir. Odunun higroskopik sınırlar içerisinde (% 0 – 30) su alış verişı sonucu odunun çalışma miktarına göre, ısı etkisi ile meydana gelen genleşme miktarı çok küçük olduğundan uygulamada dikkate alınmamaktadır. Ahşap diğer malzemelere göre iç boşlukları fazla, özgül ısı ve ısı yalıtım özelliği yüksek, fakat buna karşılık ısı iletkenliği küçük olduğundan ısı yalıtım malzemesi olarak tercih edilmektedir. Gözenekli yapısı sebebiyle, ısı iletkenliği bakımından diğer yapı malzemelerine üstünlük kazanmakla birlikte ağaç malzemenin mekanik ve fiziksel özellikleri; ağaç türlerine ve aynı ağaçtan liflerin gidiş yönüne göre değiştii gibi çeşitli bağlayıcı maddeler ve bunlara ilave edilen dolgu ve katkı maddeleriyle üretilen ahşap levhalarda bağlayıcı madde çeşidi ve ilave maddelerin türüne göre farklı olmaktadır. Ayrıca ağacı istenmeyen özelliklere karşı korumak amacıyla kullanılan emprenye maddelerinin de ısı iletkenliğini nasıl etkileyeceğini araştırmalara konu olmaktadır.

Ayrıca ağaç malzemenin yanmaya karşı direncinin artırılması için kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması birçok kullanım yerinde zorunlu görölmektedir. Ağaç malzemenin yanabilen bir madde olması kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C ye çıkarılması gerekmektedir. Ancak, herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir (Le Van and Winandy, 1990).

Ağaç malzemenin diğer önemli bir özelliğide çeşitli tutkallarla, yapışma direncidir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalarda emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığı belirtilmektedir. Emprenye maddeleri, tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatarak yapışma direncini düşürmektedir. Ağaç malzemede yapışma direncini; odun yapısı, yüzey düzgünlüğü ve yapısı, pres basıncı, pres süresi ve kullanılan tutkal özellikleri etkilemektedir. Kimyasal esaslı tutkallar, fiziksel esaslı tutkallara göre rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır. Tutkal seçimi yapılırken, nerede ve nasıl kullanılacağı belirlendikten sonra uygun tutkal seçimi yapılmalıdır (Şenay, 1996).

Çalışmanın amacı, çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kavak, Ihlamur ve Kestane gibi farklı ağaç malzemelerin teknolojik özelliklerinden yoğunluk, ısı iletkenliği, yanma özellikleri, yapışma direnci, eğilme direnci, elastikiyet modülü ve basınç direnci özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Emprenye maddesi olarak yangın geciktirici emprenye maddeleri (boraks, borik asit, boraks + borik asit, çinko klorür, amonyum sülfat, di amonyum fosfat, sodyum silikat), emprenye yöntemi olarakta çift vakum yöntemi (Vac + Vac) kullanılmıştır. Yapışma direnci denemeleri için poliüretan tutkalı kullanılmıştır. Bu çalışma, emprenyeli ahşap malzemenin özellikle yapılarda kullanılması durumunda nasıl davranış göstereceğinin bilinmesi amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmadır.

1.2. EMPRENYE İLE ODUNUN ANATOMİK YAPISI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Dünyada ve Türkiye’de orman alanı çok hızlı bir şekilde azalmakta ve bununla birlikte de ağaç malzemenin verimli ve uzun ömürlü olarak kullanımı çok büyük önem kazanmaktadır. Ağaç malzemenin uzun ömürlü olarak kullanımının en önemli yöntemlerinden biri ise emprenyedir. Her ne kadar doğal dayanıklılığı yüksek olan ağaç türleri birçok kullanım yerinde uzun yıllar bozulmadan kalabilmekte ise de bu süre her ortam ve her ağaç türünde farklılıklar göstermektedir.

Emprenye işlemi, ahşap malzemenin bünyesinde oluşabilecek çürüme ve böcek tahribatı ile yanma, deformasyon ve benzerlerini önlemek amacıyla belirli standartlara göre çeşitli kimyasal maddelerin nüfus ettirilmesidir.

Odun koruma, ağacın kesiminden başlayarak son kullanım yerini de içine alan bir süreçte karşı karşıya bulunulan zararlı etmenlere karşı önlem alınmasıyla gerçekleşir. Bu önlemler, odunu kurutma, kuruluğunu muhafaza etme, etkisi ve akılcı dizayn, uygun depolama ve istifleme gibi kimyasal madde uygulaması gerektirmeyen birtakım uygulamaları içerse de, kesin sonuca ancak kullanım yeri ve amacına uygun kimyasal koruyucu maddelerin yine uygun yöntemlerle ağaç malzemeye uygulanmasıyla giderilebilmektedir (Peker, Tan ve Baysal, 2004).

Emprenye edilmiş ağaç malzeme, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı dayanıklı oluşunun yanı sıra, ekonomik ve estetik görünüşünden dolayı da önemli bir yapı malzemesidir. Telekomünikasyon direkleri, demiryolları traversleri, su soğutma kuleleri, deniz tahkimat direkleri, maden direkleri, doğrama ve dış cephe kaplamaları, çatı malzemeleri, çit direkleri, sera malzemesi, ses bariyerleri, otoyol korkulukları, ambalaj kapları, balkon ve teraslarda kullanılan ağaç malzemeler, veranda, pergola, garaj, yüzme havuzları, şehir ve bahçe düzenlemelerinde kullanılan ağaç malzemeler gibi bir çok kullanım yerine sahip emprenye maddelerinden suda çözünen emprenye maddelerinin global olarak kullanımını son yıllarda büyük oranda artmıştır. Suda çözünen emprenye maddeleri ile emprenye edilen ağaç malzemede koku genellikle bir problem oluşturmamakta, emprenye işlemlerinden sonra ağaç malzemeye yüzey işlemleri uygulanabilmekte, kullanım yerlerinde ve taşıma işlemlerinde daha güvenli malzeme elde edilmektedir (Kartal, 1998).

Kendisine zarar veren biyotik ve abiyotik faktörlere karşı koruyarak ona mümkün olan en uzun kullanma süresini kazandırmak için odunun kullanım yerine göre değişen kimyasal maddelerle muamele (emprenye) edilmesi gerekmektedir (Kurtoğlu, 1988; Richardson, 1987; Baysal, Peker ve Çolak, 2004). Kullanım yerinde, emprenye maddelerinin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı kendilerinden beklenen performans özelliklerini sağlayabilmeleri, söz konusu emprenye maddelerinin ağaç malzeme içerisinde belli tutunma oranlarının sağlanması ile mümkün gözükmektedir. Emprenye maddelerinin odun içinde tutunmaları, odunun mikroskobik özellikleri yanında, kullanılan emprenye maddesi, çözücü tipi ve kullanılan emprenye yöntemine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (Yalınkılıç, vd., 1996; Bozkurt, vd., 1993; Baysal, Peker ve Çolak, 2004).

Ağaç malzeme, fiziksel faktörlerden rutubete ve ateşe karşı emniyetli olmamakla birlikte, rutubet; mantar, böcek ve bakterilerin yaşamasına sebep olurken ateş ise odunun yanarak yok olmasına neden olmaktadır.

Kimyasal faktörlerin meydana getirmiş olduğu tahribat, korozyon, renk değişimi ve bozulma gibi olumsuz etkiler karşısında odunun dirençli olamadığı bilinmektedir. Bundan dolayıdır ki ağaç malzemeyi kullanılacağı yerde en uzun dayanma süresini

sağlamak ve en ekonomik bir biçimde kullanılmasını sağlayabilmek için emprenye edilme zorunluluğu bulunmaktadır. Ağaç malzeme doğal halde iken çok uzun dayanıklılık göstermemekle birlikte emprenye uygulandıktan sonra ömrünün 5, 10 kat daha uzun ömürlü olduğu yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır.

Herhangi bir koruyucu işlem görmemiş doğal haldeki ağaç malzemenin kullanım yerinde mantarlar ve böcekler tarafından tahrip edilerek çürütülmesi sonucu her yıl büyük maddi kayıplar söz konusu olmaktadır. Çünkü organik bir madde olan ağaç malzemenin çürütülmesi ve böceklerle tahrip yasal önlemlerle ağaç malzemenin uzun yıllar bu zararlılardan korunması mümkün olmaktadır. Günümüzde kimyasal önlemlerle yani, zararlı organizmalar için zehirli etki yapan emprenye maddeleri kullanılarak, ağaç malzemenin hizmet ömrü uzatılmaktadır.

1.2.1. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, özışınları, lifler ve boyuna paranzimler, yan elamanları ise yalancı özışınları, öz lekeleri ve tüllerdir. Traheler, ağaç boyu yönünde uzanan ve suda erimiş besin maddelerini yapraklara ileten elemanlardır. Traheler uçları açık hücrelerdir. Ağaç gövdesi üzerinde üst üste yerleşerek 10 cm'den 10 m'ye kadar, ya da daha uzun iletim borusu oluşturmaktadırlar. Trahelerin uçlarındaki açıklıklar perforasyon tablaları oluşturarak suyun iletimini sağlamaktadırlar. Kenarlı geçitler, yapraklı ağaçlarda farklı yapıda olup iğne yapraklı ağaçlardaki gibi torusa sahip değildir.

Trahelerin lümenleri boş olduğu gibi, bazen tüller ve çeşitli amorf maddelerle, ya da nadiren nişasta tanecikleri ve kristallerle dolu olabilmektedir. Tüller, trahelere bitişik paranzim hücreleri içeriğinin trahe lümenlerine dolması ile meydana gelmektedir. Odunda tül oluşumunun meydana gelmesi için, trahe-öz ışını paranzimi arasındaki geçit çaplarının büyük olması ve paranzim hücrelerinin aktif olması gerekmektedir. (Bozkurt vd., 2000).

Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve emprenye işlemlerinde problemlere neden olur. Tüller ağağ malzemenin dayanıklılığını artırmamakta, emprenye edilmesini g cleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir (Bozkurt vd., 2000).

1.2.2. Odunun Permeabilitesi

Ağağ malzemeyi kimyasal maddelerle emprenye etmeden önce üzerinde dikkat edilmesi gereken iki önemli görüş vardır. Birincisi, odunun mantar ve böceklere karşı olan doğal dayanımı, ikincisi ise sıvılara karşı olan permeabilitesidir. Ahşabın  r meye karşı olan doğal dayanımı, başlıca odunun kimyasal bileşimine bağlıdır. Permeabilite ise odunun mikroskobik yapısı ile ilgili olan bir özelliktir (Findlay, 1985).

Genel anlamda permeabilite deyimini, sıvıların poroz bir yüzeyden basınç altında geçişlerinin hızlı veya yavaş oluşunu ifade etmektedir. Basınç altında kolayca sıvı akışı sağlanıyorsa, o malzemenin permeabilitesi yüksek demektir. Bütün ağağ türlerini eşit bir şekilde emprenye etmek mümkün değildir. Bazen ağağ türlerinde emprenye maddesi derinlere nüfuz edebilmekte, bazı türlerde nüfuz g c olmaktadır (Bozkurt vd. 1993).

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

İğne yapraklı ağaçlarda emprenye maddelerinin esas akış yolu, traheidlerden traheidlere olup, kenarlı geçit çifti yardımıyla yapılmaktadır. Ayrıca, paraneim hücrelerinden oluşan öz işinleri basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı sağlamaktadır.  z işinlerinde bulunan enine traheidler ise radyal yönde sıvı akışını sağlamaktadırlar.

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

1.3. EMPRENYE YÖNTEMİ

Ağaç malzemenin dayanmasının arttırmak amacı ile bugüne kadar çok sayıda koruma metotları ve emprenye maddeleri bulunmuştur. Başlangıçta ağaç malzemeye çeşitli emprenye maddelerine daldırma, püskürtme, fırça ile sürme ve yüzeyin kömürleştirilmesi gibi basit yöntemler uygulanırken, günümüzde ağaç yapısının özelliklerine göre daha etkili ve verimli metotlar geliştirilmiştir. Zamanla ağaç malzemeyi herhangi bir zarara uğratmadan emprenye maddelerinin derin ve yeknesak bir şekilde nüfuzunu sağlayan ve aynı zamanda daha az emprenye maddesi tüketen ve basınç uygulayan metotlar bulunmuştur. Bu çalışmada kullanacağımız yöntem çift vakumlu emprenye yöntemidir.

1.3.1. Basınç Uygulayan Metotlar

Basınç uygulayan metotlar, ağaç malzemenin emprenyesinde en etkili metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve belli bir basınç yâda vakum altında emprenye maddesi, odun hücrelerinin içerisine sevk edilmektedir. Bu uygulama şekli ile emprenye maddesinin malzemede daha yeknesak dağılması, daha derine nüfuz etmesi daha fazla miktarda absorbe edilmesi sağlanabilir. Basınç uygulayan metotlar içinde iki metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar boş hücre ve dolu hücre metotlarıdır. Tesisin en önemli kısmı emprenye kazanı olup, yatık, çoğunlukla silindir, bazen dikdörtgen prizma şeklindedir. Yüksek basınçlara dayanıklı çelik malzemedendir yapılmıştır. Kazanın büyüklüğüne, emprenye edilecek malzemenin ölçülerine ve kullanılan doldurma sistemine bağlı olarak kazan kapıları önde ya da her iki tarafta olabilir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Basınç uygulayan metotlar ağaç malzemenin emprenyesinde en önemli ve başarılı endüstriyel metotlardır. Bu metotları uygulayan tesislerde ağaç malzeme çelik bir kazan içerisine yerleştirilmekte ve emprenye maddesi yaklaşık 10 kg/cm²'lik bir basınçla 1-6 saat süre odun hücreleri içerisine sevk edilmektedir. Basınç uygulayan metotlar içerisinde iki genel metot en fazla kullanılmaktadır. Bunlar dolu ve boş hücre metotlarıdır (Bozkurt ve Göker, 1993).

1.3.1.1.Dolu Hücre Metodu

Bu metot, 1938 yılında John Bethell tarafından bulunmuştur. Hemen hemen geçen 150 yıl içinde mühendislik alanında ve teknolojiye büyük gelişmeler olmasına rağmen, uygulamanın esas prensiplerinde bir değişme olmamıştır. İşlemin amacı, ağaç malzemenin hücrelerini tamamen emprenye maddesi ile doldurarak, maksimum absorpsiyon sağlamaktır. Genellikle bu metotta suda çözünen tuzlar kullanılmaktadır. Dolu hücre metotlarından en fazla kullanılanlar Bethell ve Burnet metodudur.

Dolu hücre metodunun uygulanması beş aşamada gerçekleştirilmektedir;

a) Ön vakum işlemi:

Ağaç malzemenin emprenye maddesini daha kolay bir şekilde alabilmesi için ön vakum yapılarak odunsu hücreler içindeki hava dışarı alınmaktadır. Genellikle en az 30 dakika 635 mm Hg'lik bir vakum kullanılmaktadır.

b) Emprenye maddesinin verilmesi:

Ön vakum muhafaza edilerek emprenye maddesi kazana verilmekte ve kazan doldurulmadan vakum kaldırılmamaktadır.

c) Basınç periyodu:

Emprenye maddesi sevki sona erince vakum kaldırılarak basınç uygulamaya başlanmakta ve 10–14 kg/cm² ye kadar yükseltilmektedir. 1 saat süre ile basınç uygulanmaktadır.

d) Emprenye maddesinin kazandan dışarı alınması:

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

e) Son vakum:

Son olarak 635 mm Hg' lik bir vakum yapılmakta ve 10–15 dakika süre ile sabit tutulmaktadır. Son vakumun amacı, kazandan çıkarılan ağaç malzemedeki fazla emprenye maddesinin kendiliğinden dışarı sızmasını önlemektir (Bozkurt ve Göker, 1993).

Dolu hücre metodu ile elde olunan yüksek absorpsiyon miktarları, emprenye maddesi masraflarının artmasına yol açmaktadır. Ancak, özellikle deniz iskele direği gibi çürüme riskinin çok yüksek olduğu kullanım alanlarında maksimum emprenye maddesi

absorbsiyon gerekmektedir. Birçok kullanım yerinde ise ön görülen hizmet süresi boş hücre metotları ile de sağlanabilmekte ve emprenye masrafları düşmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

1.3.1.2. Boş Hücre Metodu

Fazla emprenye maddesi harcayan dolu hücre metodu ile yapılan uygulamanın maliyeti yüksek olduğundan daha ekonomik olan ve devamlı olarak yeterli derecede koruma sağlayacak metotların geliştirilmesi yoluna gidilmiş ve boş hücre metotları bulunmuştur. Boş hücre metotlarından en önemlileri Rüping metodu ile Lowry metodudur. Hem Rüping hem de Lowry metotlarında uygulama ön vakum işlem dışında dolu hücre metoduna benzemektedir. Bu metotlarda emprenye maddesi verilmeden önce ve sevk sırasında vakum yapılmamaktadır. Ayrıca boş hücre metodunun uygulanmasında basınç sona erdiğinde ağaç malzeme içinde sıkışık durumda bulunan hava yardımıyla, ihtiyaç dışı emprenye maddesi dışarıya atılmaktadır. Böylece hücreler büyük oranda boş kalmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993).

1.3.2. Basınç Uygulamayan Metotlar

Bu gruba, fırça ile sürme, püskürtme, sulama, daldırma, batırma ve açık kazanda sıcak soğuk emprenye metotları girmektedir. Ağaç malzeme basit bir şekilde emprenye edilmek istendiğinde kullanılan bu metotlarda emprenye maddesi absorpsiyonu ve nüfuz derinliği genellikle az olmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993).

1.3.3. Besi Suyunu Çıkarma Metodu

Bu metot 1838 yılında Fransız Dr. Auguste Boucherie tarafından bulunmuştur. Metodun esası yeni kesilmiş taze haldeki kabuğu soyulmamış ağaç gövdelerinde besi suyunun emprenye maddesi ile yer değiştirmesi esasına dayanmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993).

1.3.4. Difüzyon Metodu

Birbiri ile temas halinde bulunan çeşitli maddelerde moleküller birbiri içerisine karışıp, yayılabilmekte ve bu olaya difüzyon adı verilmektedir. Difüzyon metodu çok rutubetli haldeki ağaç malzemeye konsantre halde suda çok kolay çözünen emprenye maddelerinin tatbik edilmesiyle gerçekleştirilmektedir. Emprenye maddesi hücrelerdeki Su içinde çözünerek yüzeylerden içeriye doğru yavaş yavaş yayılmaktadır. Bu metoda göre ağaç malzeme yüksek konsantrasyondaki emprenye maddesi içerisine batırılmakta veya bulamaç halindeki madde yüzeylere sürülmektedir (Bozkurt ve Göker,1993).

1.3.5. Yerinde Bakım Metodu

Telefon, elektrik ve tel direkleri, ayrıca ağaç köprü ayakları ve yapılarda kullanılan kiriş basları gibi çürümeye açık kısımların korunmasında, bu kısımların etrafına veya içerisine konsantre halde emprenye tuzları tatbik edilerek tuzların zaman içerisinde difüzyon yoluyla malzemeye nüfuz etmesi sağlanmaktadır. Ancak, difüzyon için yeterli rutubet gereklidir. Bandaj metodu, kobra metodu, oyma delik metodu gibi farklı uygulamaları vardır (Bozkurt ve Göker,1993).

1.3.6. Kısa Süreli Daldırma Metodu

Daldırma metodu, ağaç malzemenin bir tank içerisindeki emprenye maddesine belli sürelerde batırma işlemidir. Fırça ile sürme ve püskürtme metotlarından daha iyi bir nüfuz derinliği sağlanabilmektedir. Çünkü bütün yüzeyler, emprenye maddesini kolay bir şekilde absorbe etmektedir. Daldırma süresi, hedeflenen nüfuz derinliğine göre kısa ve uzun süreli olarak ayarlanabilmektedir. Kısa süreli daldırma doğrama kerestesinin emprenyesinde ideal bir metottur. Son yıllarda fazlaca kullanılmaktadır. Bu metotta ağaç malzeme paletler üzerine yerleştirilmekte ve kazan içerisine birkaç saniye ile birkaç dakika arasında batırılmaktadır. Daldırma süresi; ağaç türü, emprenye maddesinin ve çözücü maddenin cinsi ve ağaç malzemenin geometrik sekline göre ayarlanmaktadır (Bozkurt ve Göker,1993).

1.4. AHŞAP MALZEME VE ISI İLİŞKİLERİ

1.4.1. Isı Yayılımı

1.4.1.1. Isı

Hareket özelliğine sahip bir enerji türü olup depolanabilir. Sıcaklığı yüksek bir ortamdan sıcaklığı düşük olan bir ortama doğru hareket eder. Sistem sınırından içeri giren ısı, bundan sonra iç enerji olarak kabul edilir. Sistemi terk eden iç enerji ise ısı olarak göz önünde bulundurulur.

1.4.1.2. Sıcaklık

Depolanamayan transfer edilemeyen ve termometre ile ölçülen durum büyüklüğüdür. Sıcaklık farkı, ifade ettiği birimden etkilenmeksizin hep “grd” ile gösterilir.

1.4.1.3. Sistem

Bir sınırla çevresinden ayrılmış ortamdır. Sistem sınırı sabit ve hareketli olabilir. Çevresiyle madde alış verişinde bulunan açık, çevresiyle madde alış verışı bulunmayan sistem kapalı sistemdir.

1-Stasyonier akış: Zaman faktörü kütle akışını ve durum büyüklüğünü etkilemez. Kütle olarak sürekli meydana geldiği akışkanın bir kesitteki hızı zamanla değişmez. Bu yerel büyüklüklerin değişmediği akış olarak da ifade edilir (Özcan, 2007).

2- Enstasyonier akış: Sistemin herhangi bir kesitindeki durum büyüklükleri zamana bağlı olarak değişirler. Bunun sonucu olarak sistemin herhangi bir kesitinden geçen akışkan (akışkan debisi) zamanın fonksiyonu olarak değişir (Özcan, 2007).

1.4.1.4. Süreklilik Eşitliği

Akış debisi, hızı ve bu hızın geçerli olduğu akış kesiti ile bu kesitteki akışkan yoğunluğu arasındaki bağıntıdır.

1.4.1.5. Termik Durum Eşitliği

Bir ortamda sıcaklığı birbirinden farklı cisimler bulunuyorsa yeterli bir zaman aralığı sonunda, meydana gelen ısı alışverişi ile cisimlerin sıcaklıkları aynı olur. Termik dengeyi ifade etmek için kullanılan termik durum eşitliği, termodinamik koordinatlar olarak isimlendirilen; özgül hacim (v), sıcaklık (\pm) ve basınç (p) arasında değişmeyen bir bağıntı verir.

1.4.1.6. Sistemin İç Enerjisi

Sistem sınırları içerisinde depolanan enerjidir. Teknikte $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sıcaklıktaki iç enerjinin 0 olduğu kabul edilir. Sistem sınırında sistemi terk eden enerjinin işareti (-), sisteme giren enerjinin işareti (+) olur.

1.4.1.7. Özgül Isı

Akışkanın bir kg'ını $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ısıtmak için sarf edilen ısıya akışkanın özgül ısısı denir. İki çeşit özgül ısı vardır.

1. Sabit hacimdeki özgül ısı (c_v): $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ' lik ısıtma işlemi sırasında akışkanın hacmi sabit tutularak sarf edilen ısı miktarıdır.
2. Sabit basınçtaki özgül ısı (c_p): Sabit basınç altında $1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ısıtılan sistemin 1 kg'na verilecek ısı miktarıdır.

1.4.2. Ağaç Malzemenin Isı İletme Kapiliyeti

Bir sisteme lokal olarak herhangi bir ısı tatbik edildiğinde cismin o kısmındaki moleküllerde titreşim enerjisi yükselir. Bu moleküller civarındaki moleküllere çarparak yeni kazanılan enerjiyi çarptığı moleküllere iletir. Bu komşu moleküllerde daha sonra kazandıkları enerjinin bir kısmını daha uzaktaki moleküllere iletirler. Şayet yukarıda belirtilen ısı kuvveti daha sonra kesilir ve dışarıya herhangi bir ısı kaybına müsaade edilmezse sonunda sistem daha yüksek ve yeknesak seviyede daimi bir sıcaklık durumunu elde edecektir. Aynı sisteme yeknesak bir hız ile ısı

verilmesine devam edilir ve hiç bir ısı kaybına müsaade edilmezse bir sıcaklık akışı teşekkül eder.

Diğer taraftan şayet devamlı olarak tatbik edilen bu ısının bir kısmı kaybolursa zamanla öyle bir duruma ulaşır ki bu durumda kazanılan ısı kaybedilen ısıya eşit olup, bu hale Steady state adı verilmektedir.

İki yüzey arasındaki sıcaklık farkı $dt = t_2 - t_1$, kalınlığı e , yüzey alanı A olan ağaç malzemeden z zamanında geçen ısı miktarı (Q); dt , A , z ve ağaç malzemenin ısı iletkenlik katsayısı (λ) ile doğru orantılı, kalınlık (e) ile ters orantılıdır. Buna göre; $Q = \lambda [(A.z.dt)/e]$ yazılabilir. Buradan malzemenin ısı iletkenliği katsayısı için;

$$\lambda = \frac{Q \cdot e}{A \cdot z \cdot dt} = \text{Kcal/mh}^\circ\text{C} \quad (1.1)$$

eşitliği elde edilir. Bir cismin içindeki boşluk miktarı arttıkça ısı iletkenliği azalır. Bu bakımdan odun iyi bir ısı yalıtkanıdır (Örs ve Keskin, 2001).

Yukarıdaki eşitlikte görüldüğü üzere ısı iletme katsayısı, aralarında 1 cm açıklık bulunan karşılıklı paralel iki yüzey arasındaki sıcaklık farkı 1 °C olan 1 cm³ lük bir materyalden bir saniyede geçen ısı miktarıdır.

1.4.2.1. Ağaç Malzemede Isı İletme Katsayısının Bulunması

Denemeler göstermiştir ki ağaç malzemede ısı iletme katsayısı sabit değildir. Çünkü hücre yapısı yeknesak bulunmaktadır. Hatta aynı ağaç türünde dahi odunu teşkil eden hücrelerin büyüklükleri ve zar kalınlıkları değişiklik göstermektedir. Bundan dolayı her birim hacmindeki hücre zarı maddesi miktarı farklıdır. Bununla beraber odunu teşkil eden hücrelerin pek çoğu bir istikamette dizilmiş olup bu husus ısı iletimi bakımından çok önemli bulunmaktadır. Odunda ısı faaliyeti üzerine hava su ve yabancı madde miktarına tesir etmektedir. Ağaç malzemede bulunan kusurlarda ısı iletimi üzerinde menfi tesir etmektedir (Özcan, 2007).

1.4.2.2. Özgül Ağırlık İle İlgili Olarak Tam Kuru Odunda Isı İletimindeki Değişmeler

Çeşitli ağaç türleri odunlarında yapılan araştırmalara göre, ısı iletme katsayıları tam kuru özgül ağırlık ile ilgili olarak değişme gösterdiği ve aradaki münasebetin hemen hemen 45° derecelik bir açı ile seyreden bir doğruya paralel olduğu anlaşılmıştır. Buna göre deneye dayalı bir formül olarak tam kuru özgül ağırlık ile ısı iletme katsayısı arasındaki ilişki (Özcan, 2007);

$$K=0,1724.g+0,00203 \text{ olarak bulunmuştur.} \quad (1.2a)$$

Burada (K) ısı iletme katsayısını, (g) ise ağaç malzemedeki tam kuru özgül ağırlığı ifade etmektedir. Eşitlik analiz edilecek olursa özgül ağırlığın sıfır olması halinde bu katsayı 0,0203 olmaktadır ki buda havanın ısı iletme katsayısından başka bir şey değildir. Bu itibarla ağaç malzeme içerisindeki hava boşluğu hava hacminin de ısı iletme katsayısının bulunmasında yardımcı olmaktadır. Odun içerisindeki hava boşluğu hacim yüzdesi;

$$P = 100 \left(1 - \frac{g}{1.5} \right) \frac{P}{100} = 1 - 0.667 g \text{ dir.} \quad (1.2b)$$

Burada (P) ağaç malzemedeki hava boşluğunu (g) tam kuru özgül ağırlığını ifade etmekte, (1,5) değeri ise hücre zarının özgül ağırlığı bulunmaktadır. Yukarıdaki formülün sol tarafına 0,0203(1-0.667), sağ tarafına da 0,0203 P/100 değeri ilave edilecek olursa eşitlik bozulmayacağına göre;

$$K = 0,1859 + 0.000203P \text{ elde edilecektir.} \quad (1.2c)$$

1.4.2.3. Lif Yönü İle İlgili Olarak Ağaç Malzemedeki Isı İletme Kabiliyeti

Bu hususta henüz geniş bilgi olmamasına rağmen elde edilen bilgilere göre liflere teğet yönde odunda ısı iletme kabiliyeti radyal yöndekinden biraz daha azdır. Liflere paralel yönde ısı iletme kabiliyeti, liflere dik yöndekinden 2.25 ile 2.75 defa daha

büyüktür. Özellikle liflere dik yönde odun maddesi nispeten iyi bir izolatördür. Liflere dik yönde ısı iletimi hava dolu lümenlerin azlığı nedeni ve kesilmeler dolayısıyla ısı akışına fazla miktarda karşı koyma mevcuttur. Odunun ısıya karşı izolasyon özellikleri çok fayda sağlar. Isı iletme katsayısı radyal yönde, teğet yöndekinden takriben % 5-10 daha büyüktür (Bozkurt, Göker, 1996).

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki liflere paralel yönde ısı iletme katsayısı ısı geçişinin çok farklı olması sebebi ile büyük farklılıklar göstermektedir. Odunda ve odundan yapılan materyalden ısı geçişinde lif yönünün etkisi şu şekilde izah edilebilir. Esasen iki sınır hali mevcuttur.

- a. Liflerin ısı akış yönüne paralel sıralanışı. Bu durumda maksimum ısı köprüleri meydana gelir.
- b. Liflerin ısı akış yönüne dik sıralanışı: Bu durumda minimum ısı köprüleri meydana gelir.

1.5. AĞAÇ MALZEMENİN YAPIŞMASI

Tutkallar, iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan maddelerdir. Sertleşmiş bir tutkal katmanı her biri birleştirmenin performansında önemli rol oynayan, 5 farklı halkadan meydana gelmektedir. Birinci halka, yapıştırılacak ağaç malzemelerden bağımsız olup yapıştırıcı filmini gösterir. Bu halkanın mukavemeti, tamamıyla yapıştırıcının yapısal özelliklerine bağlı olup, kohezyon kuvveti ile açıklanmaktadır. Bütün maddeler gibi, yapıştırıcılarda gerek sıvı, gerek katı durumda olsun, kendi molekülleri arasında elektro manyetik kurallara bağlı olarak belli bir çekim kuvvetine sahiptir. Katı ve sıvı maddelerin kendi molekülleri arasındaki bu çekim kuvvetine kohezyon kuvveti denir. Kohezyon kuvveti, bir anlamda malzemenin mekanik özelliklerini belirler. Kohezyon kuvvetinin büyüklüğü ise yapıştırıcının kimyasal yapısına bağlı olup, ortalama %30'dan fazla dolgu maddesi kullanılması Kohezyon kuvvetini olumsuz yönde etkiler. Tutkal katmanında hapsedilen hava veya buhar miktarı da bu halkanın mukavemetini önemli miktarda etkilemektedir. (Şenay, 1996)

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

Yeterli miktarda yapıştırıcı kullanılmayan birleştirmelerde, birinci halka kısmen ya da tamamen yoktur. 2. ve 3. halkalar, yapıştırıcı ve birleşimi yapılacak ağaç malzeme yüzeyleri arasında oluşturulması gereken bağı göstermektedir. Farklı iki maddenin yüzey molekülleri arasındaki atomik çekim kuvvetine adhezyon kuvveti denir. Yapıştırma işleminde mekanik adhezyon ve spesifik adhezyon olmak üzere iki adhezyon kuvveti etkilidir. Akışkanlığa bağlı olarak, yapıştırıcının ağaç malzeme içerisine nüfuz edip sertleşmesiyle oluşan bağ sonucu elektrostatik kurallara bağlı atomik çekim kuvvetine spesifik adhezyon denilmektedir. Asıl yapışmayı gerçekleştiren ve yeterli direnci sağlayan spesifik adhezyondur. 4. ve 5. halkalar, yapıştırılacak ağaç malzemenin özelliğine bağlı olarak gelişir. Yapıştırılacak ağaç malzemenin kendi molekülleri arasında oluşan bağ, yani moleküler çekim kuvveti toplamı kohezyondur.

Yapıştırıcı sürülmüş karşılıklı iki yüzeye basınç uygulandığında, tutkal girinti ve çıkıntılara doğru kendiliğinden dağılır. Tutkal her iki ağaç malzeme yüzeyine hemen hemen aynı anda transfer olur. Akış ve transfer aşamalarını tutkalın ağaç malzeme gözeneklerine nüfuz etmesi izler, nüfuz etme işlemi akışkanlık ve transfer sona erinceye kadar devam eder (Kurt, 2006).

Birleştirmenin başarısı, tutkalın ağaç malzeme yüzeyini ıslatabilme ve hücre çeper boşluklarına nüfuz etme özelliğine bağlıdır. Tutkal katmanı oluşumundaki son aşama tutkalın sertleşmesidir. Ağaç malzeme tutkalları su kaybederek ve soğuyarak fiziksel (PVAc, PL, K, KE), ısı ya da katalizör etkisiyle kimyasal (ÜF, FF, RF, FRF, MF, MÜF, E) yoldan katılaşırlar (Keskin, 2001).

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan tutkallar TS 5430 EN 204'de direnç özelliklerine göre Çizelge 3.1.'de sınıflandırılmıştır (TS 5430 EN 204, 2003).

Çizelge 1.2. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması

Sınıflar	Direnç Özellikleri
A	Sıcaklık ve hava rutubetiyle temas halinde olmayan, genellikle düşük rutubetli kapalı yerlerdeki şartlara dayanıklı olup, kuru ortamdaki oda kapılarında ve mobilyalarda kullanılır
B	Mutfak ve banyo gibi kısa süreli yüksek rutubet ve zaman zaman su etkilerine maruz kalan kapalı yerlerdeki hava şartlarına karşı dayanıklıdır.
C	Pencere, dış kapı ve dış merdiven gibi zaman zaman yüksek rutubet ve kısa süreli su tesirlerine maruz kalan ortamlardaki şartlara dayanıklıdır.
D	Banyo ve duş kabinleri gibi ekstrem klima değişiklikleri ve su etkilerine maruz kalan kapalı ortam şartlarıyla; dış pencere, dış kapı gibi ekstrem klima şartlarına sahip olan açık hava ortamındaki kullanımlara dayanıklıdır.

D sınıfı tutkallar dayanıklılıklarına göre; D₁, D₂, D₃ ve D₄ olarak gruplandırılır. (BS EN 204, 1991). Bu tutkalların kullanım alanları:

D₁: Sıcaklığın 50°C civarında, rutubetin maksimum %15 olduğu iç mekânlar

D₂: Akan veya yoğunlaşan suya kısa aralıklarla maruz kalan iç mekânlar

D₃: Kısa aralıklarla akan yâda yoğunlaşan suya veya rutubete maruz kalan iç mekânlar

D₄: Sık sık uzun süre ile akan ya da yoğunlaşan suya maruz kalan iç ve dış mekânlar

1.5.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci

En düşük kalitedeki mobilyadan en yüksek kalitedeki mobilya konstrüksiyonuna kadar, en önemli olan, kullanılacak olan tutkalın seçimi ve uygulama şeklidir (Franklin int. 1998).

Tutkallı birleştirmelerin performansı üzerinde, tutkallın özellikleri yanında, yapıştırılan malzemenin yapısı, tutkal bileşimi, tutkal tabakasının nitelikleri etkili olmaktadır. Tutkallı birleştirmelerin başarısını etkileyen tutkal özelliklerinden katı madde oranı, viskozite, kül miktarı ve pH önemli sayılırken, birleştirmelerin performansını değerlendirmek için standartlara uygun test metotları kullanılır (Tank, 1995).

Tutkallın ağaç malzemede yapışma esnasında oluşturduğu bağlar, van der waals ve hidrojen bağları veya mekanik yapışma sağlayan zayıf bağlardır (Skeist, 1962; Packham, 1992).

Basınç metodu ile emprenye edilmiş ağaç malzemenin tutkallın yapışma direncini azalttığı bilinmektedir. Emprenye çeşidi, emprenye retensiyon miktarı, emprenye maddesinin yüzey ile etkileşimi, ahşap malzemenin tutkallı birleştirmelerinde yapışma direncini büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir (Vick, 1998-1993-1994; Vick et al, 1990).

Sarıçam ve duglas göknarı üzerine yapılan bir çalışmada, normal hava kurusu şartlarda, poliüretan tutkallının en az rezorsin formaldehit tutkallı kadar güçlü bir yapışma gerçekteştirdiği belirtilmiştir. 3 farklı ıslak ortamda bekletildikten sonra ölçülen yapışma direnci değerlerinde poliüretan tutkallının rezorsin formaldehit tutkallı kadar güçlü olduğu gözlemlenmiştir.

1.5.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler

Odunun belli bir tutkalla yapıştırılması sonucu elde edilen malzemelerin, yapışma mukavemetinin belirlenmesinde kullanılan deneyler iki ana grupta toplanmaktadır (Öktem, 1976)

1) Birbirine yapıştırılan iki odun parçasını birbirinden ayırmak için gerekli kuvveti tespit eden kopma, makaslama ve yarılma deneyleri,

2) Yapışan odun yüzeylerinde kopmadan sonra görülen odun ve lif miktarını belirleme (lif oranı metodu). Bu metoda yapıştırılmış iki odun parçasını birbirinden ayırmada çekme – makaslama, yarılma deneyleri kullanılmaktadır.

Bu metotlardan birincisi, özellikle kontrplakların yapışma mukavemetlerinin tespitinde ve çeşitli tutkalların denenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Masif odunların yapışma mukavemetlerinin belirlenmesinde kullanılan yarılma deneyinde ise, kama etkisiyle iki parçayı tutkal hattı boyunca ayıracak şekilde kuvvet uygulanır ve yapışmış odunların ayrılması için gerekli kuvvet deney makinesi kadranından okunur.

Lif oranı metodunda, yapıştırılmış odunun gösterdiği yapışma mukavemetinin en az odunun kendi direnci kadar olması genel bir kriter olarak kabul edilmiştir. Buna göre, numunenin çeşitli yöntemlerde koparılmasından sonra, her iki yapışma yüzeyinde ortaya çıkan lif ve odun kaplı alanların büyüklüğü oranında yapışma mukavemetinin yüksekliğine karar verilir.

1.5.3. Ağaç Malzemedeki Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler

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

1.5.3.1. Odun Yapısı

Dağınık traheli ağaç odunları, halkalı traheli ağaç odunlarından farklı yapışma özellikleri göstermektedir. İlkbahar ve yaz odunlarının yıllık halka içindeki katılım oranı (tekstür) ile diri ve öz odun miktarı tutkal hattı dayanımında etkilidir. Diğer taraftan tutkalanma diri odun ve ilkbahar odununda genellikle daha kolay, odun yoğunluğu arttıkça daha zor olmaktadır (Chung, 1968).

1.5.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü

Tutkal sürülecek yüzeylerde makine izleri, ezilme, yanma, dalgalı yüzey vb. işleme kusurları olmamalıdır. Ayrıca tutkallama yüzeyinde bulunan yan bileşiklerin çeşidi ve miktarı ile toz ve yağ gibi artıklar yapışmayı olumsuz etkiler.

Ağaç malzeme yüzeyinin ıslanabilme özelliği, yapışma mukavemetinin performansı açısından önemli olup belirlenmesinde iki farklı test uygulanır:

1) Ağaç malzeme yüzeyine bir damla su damlatılarak suyun yayılma süresi belirlenir. Eğer su damlası 20 dakika içinde yayılırsa çok iyi, 30 dakika içinde yayılırsa iyi, 40 dakika ve daha fazla süre içinde yayılırsa kötü olarak değerlendirilir.

2) Ağaç malzemenin yüzeyi ıslatılır ve hemen bir bez parçası ile silinerek 1dakika beklenir.

Eğer yüzeyde hala ıslaklık varsa kâğıt bir peçete ile yüzey iyice kurulanır. Daha sonra kuru ve nemli yüzeylerin sertlik kontrolü yapılır. Islatılan yüzey, kuru yüzey ile aynı sertlikte ise makinelerde işlenmesinde problem çıkacağı ve yapışmayı olumsuz yönde etkileyeceği anlaşılır (Snorgen, 1974).

Ağaç malzemenin yan bileşikleri yapışma direncini azaltmaktadır. Yan bileşiklerce zengin ağaç malzemeler yapıştırılmadan önce özel işlemde geçirilmeli ve soğuk olarak preslenmelidir. Aksi halde ekstraktif maddeler sıcaklığın etkisi ile yüzeye sızmakta ve tutkallanmayı engellemektedir.

1.5.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi

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

Uygulanan basınç, sıkılacak parçanın her noktasında uniform olmalı ve tutkal hattında eşit kalınlıkta ince bir film katmanı oluşturacak şekilde ayarlanmalıdır. Pres basıncı, ağaç cinsi ve yüzey özelliklerine göre değişir. Farklı ağaç türlerinin aynı anda preslenmesi halinde pres basıncı yumuşak oduna göre belirlenir. Ağaç türüne göre pres basınçları yumuşak ağaçlarda $0,8-1 \text{ N/mm}^2$, sert ağaçlarda ise $0,2 - 1,6 \text{ N/mm}^2$ arasında olmalıdır (Göker ve Bozkurt, 1986).

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonucu vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde $0,7 \text{ N/mm}^2$ basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Franklin, 1989).

Soğuk preslemede uygulanan pres süresi, tutkal çeşidine ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir. Sıcak preslemede ise tutkalın çeşidinden başka, uygulanan sıcaklık ve preslenecek parça kalınlığı da presleme süresini etkilemektedir. Sıcak presleme süresinin hesaplanmasında, tutkalın sertleşme süresine orta tabakaya kadar her 1 mm kalınlık için 1 dakika ilave edilmektedir. Pres süresinin bu şekilde hesaplanması 12 mm kalınlığındaki levhalarda iyi sonuç vermektedir (Göker ve Bozkurt, 1986).

Presleme süresinin kısa tutulması durumunda iç tabakadaki tutkal hatları tam olarak sertleşmeyeceğinden birleştirme zayıf olacak ya da hiç gerçekleşmeyecektir. Tutkal yüzeye sürüldükten sonra birleştirilecek ağaç malzemeler fazla bekletilmeden (en geç açık süre sonuna kadar) preslenmiş olmalıdır. Ancak, işin büyüklüğü, tutkal sürülen parça sayısı ve ek yerlerinin biçimi bir süre beklemeyi zorunlu kılar. Bu gibi zorunlu hallerde tutkalın yapışma özelliğini olumsuz etkilemeyecek şekilde, katkı maddesi kullanarak açık süreyi uzatmak mümkündür. Tutkallamada kaçınılmaz olan bu süre gelişi güzel uzatılmamalıdır. Aksi takdirde ahşap yüzeyine sürülen tutkalın yapısal özelliklerinde değişim başlar ve tutkal sıvısının yüzeyinde çok ince bir kabuk oluşur. Bu kabuklaşma, tutkalın kendi molekülleri arasında çekim kuvvetini (Kohezyon kuvvetini) olumsuz etkiler ve yapıştırma işleminden istenilen başarı sağlanamaz.

1.5.3.4. Tutkal Özellikleri ile İlgili Faktörler

Ağaç malzeme yapışma direncini etkileyen faktörlerden birisi de tutkal ile ilgili faktörlerdir. Bunlar, yapıştırıcı türü ve karakteristikleri, tutkal karışım formülü (Viskozite, dolgu ve katkı maddesinin miktarları) ve yüzeye sürülen tutkal miktarı ve uygulama şeklidir. Tutkalların viskoziteleri yapıştırma esnasında pres sıcaklığının etkisiyle bir süre için azalır ve sonra yeniden artar. Viskozitenin azalmasıyla tutkalın odun içerisine girişi artar. Hatta tüm tutkal odun gözeneklerine dolabilir. Bu nedenle yapıştırma hatalı olur hatta gerçekleşmeyebilir. Yapıştırmanın en iyi şekilde gerçekleşebilmesi için presleme sırasında tutkal viskozitesinin belli sınırlar içerisinde kalması gereklidir. Bunu sağlamak amacıyla tutkal çözeltisine dolgu maddesi katılabilir. Bunun optimum miktarı tutkal- odun ve dolgu maddesi cinsine ve pres teknolojisine bağlı olup denemelerle belirlenmiştir (Çolakoğlu, 1998).

Yapıştırmada kullanılan tutkalın fiziksel veya kimyasal özellikte olması, yapışma dayanımında etkili olmaktadır. Kimyasal özellikteki tutkalların mekanik dayanımları fiziksel esaslı tutkallara göre daha yüksektir. Yüzeyi düzgün olmayan ağaç malzemelerin birleştirilmesinde, kimyasal esaslı tutkallarda daha güçlü yapıştırma yapılabilmektedir.

Kimyasal esaslı tutkallar, fiziksel esaslı tutkallara göre rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır. Tutkal seçimi yapılırken, nerede ve nasıl kullanılacağı belirlendikten sonra uygun tutkal seçimi yapılmalıdır (Şenay, 1996).

1.6. AĞAÇ MALZEMENİN YANMA ÖZELLİĞİ

Odun yanabilen bir maddedir. Kendi kendine yanabilmesi için sıcaklığın 275 °C ye çıkarılması gerekmektedir. Bununla birlikte herhangi bir tutuşturucu alev kaynağı varlığında çok daha düşük sıcaklıklarda tutuşarak yanabilmektedir. Bu bakımdan ağaç malzemenin yanmaya karşı direncini artırması için kimyasal maddelerle emprenye edilmiş olması birçok kullanım yerinde zorunlu görülmektedir (Le Van ve Winandy, 1990)

Her ne kadar yangın esnasında çoğu yapısal materyale oranla üstün yerleri varsa da yanmaya karşı direnci artırıcı emprenye maddeleri ile muamele, emniyetin sağlanması ve yanmanın engellenmesi bakımından kaçınılmaz olmaktadır (Levan ve Winandy, 1990; Yalınkılıç, Demirci ve Baysal, 1996; Baysal, 2003).

Su itici maddelerle (SİM) emprenye edilen odunun yanma özelliklerinde meydana gelebilecek değişikliklerin belirlenmesi önem taşımaktadır (Hafors, 1990).

Ağaç malzemede tutuşma, alevlenme ve yanmaya karşı kullanılan emprenye maddeleri (FR= Fire retardants), inorganik maddeler; (amonyum tuzları, alkali tuzlar, inorganik yüzey örtücüler) ve organik maddeler; (polimerler ve reçineler, reaktif bileşikler, organik çözücülü halojenleşmiş organik maddeler ve organofosforlar, organik yüzey örtücüler) olmak üzere iki gruba ayrılır (Goldstein, 1973; Örs, Sönmez ve Uysal, 1997).

1.6.1. Yanma Olayı

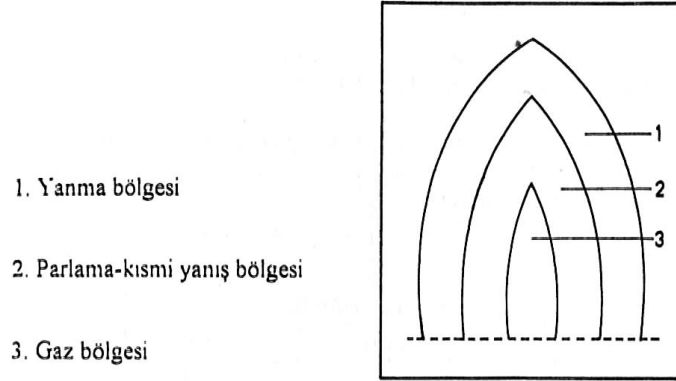
Yangın hemen hemen her yapıda meydana gelebilecek büyük bir tehlikedir. Hatta yangına karşı en iyi şekilde korunmuş olan ahşap yapılarda dahi yangın tehlikesi tamamen ortadan kaldırılamamaktadır (Uysal, 1997).

Yanma en genel anlamda yanıcı denenen bir maddenin; yakıcı olarak adlandırılan bir başka madde ile birleşmesi sonucunda ısı vererek meydana getirdiği olayların tümüdür. Yanıcı, çoğunlukla oksijen veya oksijen içeren bir başka maddedir. Bir maddenin yanabilmesi için havanın en az % 14 – 18 oksijen içermesi gerekir. Normal şartlarda havadaki oksijen oranı % 21'dir (Gökmen). Yangın ise; zaman ve mekânda kontrol dışı gelişen yanma olgusudur (Sunar, 1983).

Oksijen, ısı kaynağı ve yanabilir madde üçlüsünün birinin olmaması durumunda tutuşma olmaz (Kolman ve Cote, 1968).

Ne olursa olsun yangının çıkabilmesi için yanıcı madde – oksijen – tutuşma sıcaklığı üçlüsünün varlığı ve bunların uygun bir oranda bulunması gerekir. Eğer bu üçlüden herhangi biri olmazsa yangın olmaz. Sıcaklık, oksijen ve yanıcı madde dengesindeki değişiklikler ise yangının şiddetini belirler. Bir yangının çıkmasına engel olmak veya mevcut bir yangını durdurmak için bu üç öğeden birini ortadan kaldırmak ya da aralarındaki dengeyi bozmak gerekir (Aslan, 1998).

Yanma esnasında görülen alevin oksijen alan dış yüzeyi parlayan, ışık saçan gaz akımıdır. Bu yanma bölgesi altında tam bir yanmanın olmadığı parlama bölgesi ve çekirdekte ise halen yanmaya girmemiş yanıcı gazlar mevcuttur (Uysal, 1997).

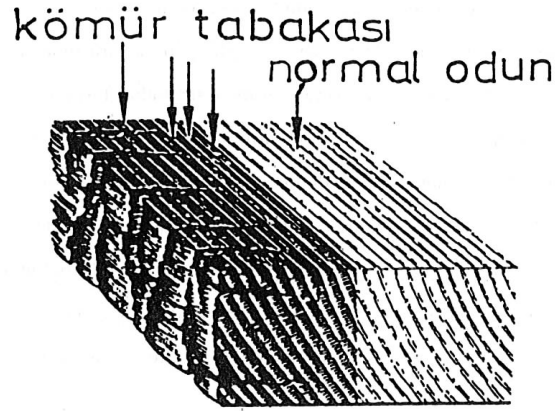


Şekil 1.1. Bir Alevdeki Gaz Ve Yanma Bölgelerinin Şematik Gösterilmesi

1.6.2. Sıcaklığın Ağaç Malzemeye Olan Etkisi

Ağaç malzeme metal konstrüksiyonlarla karşılaştırıldığında ağaç malzeme, sıcaklık yükselmeleri sonucu az boyutsal değişimlere uğramaktadır. Isıtılan ağaç malzeme liflere dik yönde metaller kadar veya daha fazla; boyuna yönde ise çok az uzama gösterir. Bu durum özellikle binalarda çok önemlidir (Bozkurt ve Erdin 1997).

Ağaç malzemenin yanabilirliği yanında, yanma hızı ve derecesi özel bir öneme sahiptir. Yanma olayı oksijen yokluğunda gerçekleşmediğinden geniş enine kesitli ağaç malzeme yüzeyinde yavaş bir yanma olduktan sonra kömürleşme başlar. Sıcaklık yükseldiğinde, malzemedeki yüzeyde tutuşarak yanan gazlar çıkar. Sıcaklık daha da arttığında yüzeyde kömürleşme başlar (Uysal, 1997).



Şekil 1.2. Ağaç Malzemede Kömürleşmenin Oluşumu

Yangın geciktiricilerle işlem görmüş ağaçların kömür tabakasının mikro yapısal incelemesi yapıldığında; işlem görmemiş ağaca göre farklı kömürleşme olduğu, bu kömürleşme içerisinde yangın geciktiricilerin makro parçalarının bulunduğu bu parçaların oluşumu, kömürleşme derecesi ve kömürün görünümü üzerinde etkili olmaktadır (Zicherman and Williams, 1982).

Ağaç malzemenin termik iletkenliği düşük olup, çeliğin % 0,4'ü bakırın % 0,05'i kadardır. Bu nedenle izolasyon malzemelerinden olan mantar, alçı plaster vb. ile aynı gruba girmektedir. Bu da yanma esnasında yüzeydeki sıcaklığın iç kısımlara iletilmesini sınırlamakta, rutubet sıcaklıkla birlikte azalmakta, kömürleşmenin ilerlemesi artmaktadır. Odun kömürü ısıyı ağaç malzemeye göre 1/2 ile 1/3 oranında daha az iletir. Bu nedenle yanma artığı olan odun kömürleri duvarlarda iyi bir izolasyon malzemesi olarak başarı ile kullanılabilir. Sonuçta ağaç malzeme yüzeyinden iç kısımlara iletilen ısı, malzeme içerisinde bulunan yanıcı gazların dışarı çıkarılmasına yetmediğinden yüzeydeki tutuşmada durmaktadır (Baysal, 1994).

Ağaç malzeme kömürleşme derecesi, boyutlarındaki azalma olarak değerlendirilirken, bir yandan diğer tarafa doğru yanma hızı ağırlık kaybı olarak dikkate alınmaktadır. Büyük yapısal elemanlarda kömürleşme derecesi, boyutların taşıdığı yüke destek olması nedeniyle önem taşımaktadır. Kömürleşme derecesi;

detaylı dizayn yanında ısı iletkenliği ve yoğunluğu gibi tasarımda göz önünde alınması gereken iki faktöre bağlıdır (Yalınkılıç, 1993).

1.6.3. Tutuşma ve Yanma

Ağaç malzemeler yanma için gerekli olan oksijeni sağlayan çevrede belirli yüksek sıcaklık şartlarına maruz kaldıklarında tutuşurlar. Bu dış etkiler neticesinde çözünme ve ayrışmayla malzeme gaz ve kömür kalıntısına dönüşür. Bu etkiler neticesinde ısıl çözünmeden sonra, kömür yerinde yanabilir veya alevli yanarak veyahut için için yanarak dağılabilir. ıkan gazlar havadaki oksijene karışarak yanma alevi ile birleşir. İçin için yanma alevli veya alevsiz olarak ilerler böylece termal bozunmanın işareti olarak etkilenmiş kısımlarda birkaç dakikanın içersinde ağrılık kaybıyla birlikte bir renk değişmesi olur (Forest, 1987).

Birçok faktörün tutuşma üzerinde etkili olmasından dolayı, ağaç malzemenin belirli bir tutuşma sıcaklığı yoktur. Bunun için bütün olaylara tatbik edilecek özel bir tutuşma değerini vermek mümkün değildir (Forest, 1987).

Minimum tutuşma sıcaklığını etkileyen faktörler, çevredeki havanın sıcaklığı, pirolitik bozunmayla birleşen ekzotermik reaksiyon ve hava akım şiddetidir (Yalınkılıç, 1993).

Tutuşma kabiliyeti ile özgül kütle arasında sıkı bir ilişki bulunmaktadır. Ağaç malzemenin özgül kütlesi azaldıkça kolay tutuşmakta ve hızlı yanmaktadır (Berkel, 1972).

Ağaç malzeme yüzeyinde bir uçtan diğer uca alevin yayılması gerçekte bir seri tutuşma olayıdır ve bu olayda yanan kısım bitişik yanmayan kısım için bir tutuşma başlatıcısı durumundadır. Böylece, alev yayılma normal tutuşmada rutubet içeriğinden etkilenen bir olaydır. Ancak, bu olay aynı zamanda özgül kütle ve kimyasal bileşimle de ilişkilidir. Yanmayı geciktirici kimyasal işlemler odun kökenli odunların termik bozunmalarını değiştirerek malzemenin tutuşmasını geciktirmekte ve alevin yayılmasını önlemede başarılı olmaktadır (Forest, 1987).

Yanma bir yüzey olayıdır, bu nedenle malzemede yüzey/hacim oranı önemlidir. Piroлиз gazlarının hızlı çıkışı, oksijenin malzeme yüzeyine yaklaşımını ve kömürleşmeyi engeller. Alevlenme ağaç malzeme yüzeyinden dikkate değer oranda bir uzaklıkta ve çoğu kez gaz fazında oluşur. Yüzeyde kömürleşme olduğu takdirde, bu tabaka alt kısımlardaki ağaç malzemenin alevli ısıdan izolasyonunu sağlar. Alev kaynağı olan uçucu gazların yüzeye çıkması engellenirse ve herhangi bir dış tutuşturucu kaynak da yok ise yanma durur (Baysal, 1994).

Herhangi bir kimyasal işleme tabi tutulmayan büyük boyutlu ahşap yapı elemanlarının yanma direncinin yüksek olmasına ana nedenlerinden birisi de yanmanın yüzeyde oluşması ve kömürleşmenin malzeme yüzeyinde dış ısı kaynağına karşı izolasyon etkisi göstermesidir. Tek bir kütüğün yakılmasının ve yanmasının devam ettirilmesinin zorluğu burada örnek olarak verilebilir (Uysal, 1997).

1.6.4. Korlaşma Veya Kor Halinde Yanma

Ağaç malzeme yüksek sıcaklığa maruz kalınca malzemenin daha fazla yanmasını geciktiren yalıtıcı özelliğe sahip olan kömür tabakası oluşturmaktadır. Yapı elemanının yük taşıma kapasitesi onun enine kesiti boyutlarına bağlıdır. Kömürleşme oranı ahşap yapı elemanlarının yangına dayanımında çok önemli bir unsurdur. Ağaç malzeme 150 °C sıcaklığa kadar ısıtıldığında içerisinde bulunan su çıkmakta, 110 °C'den 200 °C sıcaklığa kadar yavaş yavaş bozunmaktadır. Bu aşamada ortaya çıkan gazlar genellikle yanıcı değildir. Faal ve hızlı bozunma 280 °C ile 500 °C sıcaklıkta olmaktadır. Yanabilen gazlar bu aşamada yayılırlar. Alevlenme, termik bozunmanın neticesinde ortaya çıkan organik maddelerin yanmasıdır (Forest, 1987).

Bu gazlar karbondioksit, metan, formaldehit, formik ve asetik asit ile metanol olarak sıralanabilir. 320 °C ve üzerindeki sıcaklık dereceleri kalıcı alevli tutuşma dereceleri olarak kabul edilmektedir (Aslan, 1998).

Kor halinde yanma, kalıntı kömür kısmının akkor halde ışık yayan bir yanma aşaması olup, sıvı ve gaz fazın alevli yanmasından ayrı bir olaydır. Katı karbon ve

oksijenin CO₂ oluşturmak üzere kombinasyonu iki aşamada meydana gelmektedir. Birinci aşamada karbon ve oksijenle yüzeyde gerçekleşir.



Meydana gelen CO, son yanma ürünü CO₂'i oluşturmak üzere daha fazla ısı yayarak gaz fazında yanar.



Kor hali kendi kendine devam eden ve kömür tabakası tümüyle bitene kadar devam edecek bir fazdır (Baysal 1994).

Kömür tabakasının en iç bölgesinde sıcaklık ortalama 288 °C'dir. Ağaç malzemenin düşük termik iletkenliği nedeniyle kömür tabakasından içeriye doğru maksimum sıcaklık 182 °C'dir. Bu büyük sıcaklık düşmesinin anlamı, geride kalan kömürleşmemiş enine kesit alanının düşük sıcaklıkta kaldığı ve üzerindeki yükü taşımaya devam edebildiğidir. Kömürleşme süresinde rutubet malzeme içerisine çekilir. Rutubet sınırı kömürün temelinden içe doğru oluşur. En yüksek rutubet miktarı 100 °C'de kömür temelinden 13 mm içeride oluşur (Forest, 1987).

1.6.5. Alevin Yayılması

Yapı malzemelerinin alev yayılmasına karşı gösterdiği direnç binalarda can emniyetini artırır. Bunun için alev yayılması bir malzemenin yanma özelliğinin test edilmesine dair çalışmalardan bir tanesidir (Uysal, 1997)

1.6.6. Yanma Isısı

Ağaç malzemenin yanması sonucu oluşan toplam ısı, öncelikle ağaç türüne, reçine içeriğine ve rutubetine bağlı olarak değişmektedir. Yangının gelişmesi, yangının maruz kaldığı durumlara, yanmanın tamamlanmasına ve ısının ayrıldığı orana

bağlıdır. Son yıllarda ısı ayrılma oranı kavramı toplam ısının edileceğinden daha önemli bir duruma gelmiştir (Forest, 1987).

1.6.7. Duman ve Zehirli Gazlar

Ağaç malzeme tutuştuğunda, ısı ve ışık dışındaki yegâne ürünler, yanma sıcaklığında renksiz gazlar olan ve yanmanın tamamlanmasıyla duman haline dönüşen CO₂ ve sudur. Duman zararlı ve zehirli maddeleri içermesinden ve görmeyi engellemesinden ötürü görünmez tehlikeleri içermektedir (Yener, 1983).

Yangında başlangıçta duman ve sıcak gaz çıkmakta, sıcak gaz gittiği yerleri ısıtıp, gereçlerden yanıcı gaz çıkarmakta ve çıkan gazlar yanmaya başlayınca yangın o ölçüde yayılmış olmaktadır (Yener, 1983).

Yanan eşyalardan çıkan gazların zehirliliği önemli bir konudur. Yangınlarda ölenlerin % 75 – 80’ni alevle temas etmemesine rağmen, duman ve zehirli gazlara maruz kalmaları neticesinde veyahut da oksijen tükenmesinden dolayı ölmektedir (Forest, 1987).

Duman yangından kaçmaya çalışan insanı boğabilmekte, görmesine engel olmakta, öksürtmekte, göz yaşartmakta ve bunlarla gelen panik ölümlere sebep olmaktadır (Yener, 1983).

Ağaç malzemenin duman içeriği, ağaç malzemede bulunan bileşiklerin farklılığına, yangının maruz kaldığı şartlara, rutubet içeriğine, oksijen miktarına, ağaç malzemenin türüne ve diğer nedenlere bağlı olarak değişmektedir. Dolayısıyla alevlenmesi ve alev yayılmasını geciktirici olarak kullanılan kimyasal maddelerin zehirli gaz yaymaması önem taşımaktadır (Uysal, 1997).

1.6.8. Yangının Yapı Malzemelerine Etkileri

Ağaç malzeme yanabilir olmasına karşın, diğer yapı malzemelerine göre yangına katkısının minimum düzeyde olduğu ve yangının ilk aşamalarında da olsa mükemmel direnç özellikleri gösterdiği bilinmektedir. Çelik ve betonun ısıyı iletme

kabiliyetleri ağaç malzemeye göre daha fazla olduğundan, yangın anında ağaç malzemeye nazaran daha çabuk ve fazla etkilenmektedir. Ağaç malzemenin ısı iletkenliğinin düşük olması ve yangın anında yüzeyde oluşan karbonun da etkisi ile ısının iç kısımlara ilerlemesi çelik ve betona nazaran yavaş olmakta, bu da yangına karşı dayanma süresini arttırmaktadır. Yangının yayılmasına karşı nispeten yüksek direnç gösterirken, önemli bir tahribat veya direncinde hızlı bir azalma oluşmamaktadır (Eriç, 1985).

Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form Şekil 1.3'de gösterilmektedir. Burada ağaç malzemede kömürleşme oluşarak direncini kaybetmezken, metal malzemeler dayanak noktalarından kurtularak yıkılmışlardır (Erengöz, 2003).



Şekil 1.3. Yanmaya maruz kalan bir yapıda metal malzemede oluşan form

Yangındaki artan sıcaklık metal yapı malzemelerinde özellik değişimine ve büyük genişlemelere neden olur. Bir yangında sıcaklık 20 °C'den 600 °C'ye yükseldiğinde 18 m dayanak açıklığındaki bir ağaç kirişte yaklaşık 38 mm lik uzama söz konusu olmaktadır. Aslında bu uzamanın dikkate alınmayacak kadar küçük olmasının nedeni yükselen sıcaklıkta beraber rutubet kaybederek daralmasıdır. Bu uzama miktarı kiriş boyunca tüm enine kesitte görülür. Odunun düşük ısı iletkenliği ve kömürleşen yüzeylerinin izolasyon özelliği nedeniyle uzama miktarı bir problem teşkil etmemektedir. Aynı şartlar altında ve aynı uzunlukta bir çelik kiriş ise 125 mm kadar uzamaktadır.

Bu durumda çeliğin uzaması ile binanın yan duvarlarında hemen çökme olmamakla beraber, çelik kiriş bel vererek dayanak noktalarından kurtulmakta ve kendi ağırlığını taşıyamayacak hale gelerek binanın çökmesine neden olmaktadır. Ağaç malzemenin bu özellikleri, diğer yapı malzemelerine karşı üstünlüğünü ortaya koymaktadır (Bozkurt ve Erdin 1997).

Yangından korunmanın yeterli bir düzeye getirilmesi ancak, yanmaya karşı direnci artırıcı etkin kimyasal koruyucu işleme mümkün olmaktadır.

1.7. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Banda ve Omwe (1997), tarafından yapılan bir çalışmada; Uganda'da doğal olarak yetişen 8 farklı ağaç odunu üzerinde, kreozot'la emprenye işleminin elastikiyet modülü ve basınç direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; Kreozotla yapılan 24 saatlik emprenye işlemi sonucunda, direnç değerlerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir.

Bozkurt ve Erdin (1997), tarafından yapılan bir çalışmada; Batı Karadeniz sarıçamı odununun bazı fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; dinamik eğilme direnci 0.400 kN/cm, daralma miktarı; radyal yönde % 4.0, teğet yönde % 7.7, hava kuru yoğunluk 0.520 gr/cm³, tam kuru yoğunluk 0.490 gr/cm³ bulunmuştur.

Kartal (1998), tarafından yapılan bir çalışmada; CCA emprenye maddesi çözeltisinin sarıçam odununun eğilme direnci, elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Buna göre CCA ile yapılan emprenye işleminin eğilme direnci, elastikiyet modülü ve dinamik eğilme direnci üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Örs vd. (1998), tarafından yapılan bir çalışmada; bazı emprenye maddeleri ile emprenye edilen sarıçam ve doğu kayını odunlarında, tam kuru ve hava kuru yoğunluklarda meydana gelen değişiklikler araştırılmıştır. Sonuçta, sarıçamın hava kuru yoğunluğu, vacsol, stiren+MMA, izosiyanat ve tam kuru yoğunluğu, vacsol,

izosiyanat, parafin+borik asit+boraks ve izosiyanat ile en fazla miktarda etkilendiği belirlenmiştir.

Yıldız vd. (2003), tarafından yapılan bir çalışmada; sarıçam odununun mekanik özellikleri üzerine, bazı emprenye maddelerinin etkisi araştırılmıştır. %2.8'lik Wolmanit CX-8 ve %2'lik Tanalith E-3491 ile emprenye edilen örneklerde kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün arttığı fakat diğer kimyasallarla emprenye edilen örneklerde değişmediği yâda azaldığı tespit edilmiştir. % 2.8'lik Wolmanith CX-8 ve % 7'lik ACQ-1900 ile emprenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin arttığını, diğer kimyasallarla emprenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin ise değişmediği, yâda azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu sonuçlar istatistiksel bakımdan nemsiz (NS) bulunmuştur.

Temiz (2000), tarafından yapılan bir çalışmada; çeşitli emprenye maddelerinin kızılağaç odunun fiziksel ve mekaniksel özelliklerine üzerine etkileri araştırılmıştır Araştırma sonuçları, kızılağaç odununda uygulanan borlu tuzlar ve doğal sepi maddeleriyle ikili emprenyesin de; borlu bileşikler doğal sepi maddelerinin yanmayı artırıcı etkisini engelledikleri gözlemlenmiştir. Yanmaya karşı gösterdikleri etkinlik bakımından en uygun kimyasal madde yanmayı önleyici etkisi ile bilinen fosforik asit göstermiştir.

Akyürekli (2003), tarafından yapılan bir çalışmada; karaçam odunun doğal halde iken rutubet ve tam kuru özgül ağırlık değerleri ile emprenye edildikten sonra zelti adsorpsiyon miktarı ve net kuru tuz miktarı araştırılmıştır. Ayrıca bu özelliklerin odunun tomruktan alınmış yönlerine göre değişkenliği incelenmiştir ve istatistiksel verilerin sonucunda, ynlerin rutubet, tam kuru özgül ağırlık, zelti adsorpsiyon miktarı ve net kuru tuz miktarı bakımından kabul edilebilir düzeyde homojen gruplar oluşturduğu belirlenmiştir.

Baysal, (2003), tarafından yapılan bir çalışmada borik asit ve boraks karışımı (7,3; ağırlık: ağırlık) ve çeşitli doğal sepi maddeleri ile işlem görmüş sarıçam odununun yanma özellikleri incelenmiştir. Yanma deneyleri, alev kaynaklı, kendi kendine yanma ve kor halinde yanma aşamalarında, ASTM 160–50 standardına göre

gerçekleştirilmiştir. Yanma testi, sıcaklık ölçümleri, yıkılma süresi, yaklaşık yoğunluğu ve örneklerin kütle kaybı oranlarıyla belirlenmiştir. Sonuçlara göre; doğal sepi maddeleri incelenen yanma parametreleri üzerinde olumsuz etkide bulunmuştur. Doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odunun yanma özellikleri kontrole benzer yâda kötü düzeyde gerçekleşmiştir. Bununla birlikte, doğal sepi maddeleri ile muamele edilen sarıçam odununun yanma ile ilgili bazı özelliklerinde istatistiksel anlamda önemli düzeyde iyileşme çıktığı görülmüştür.

Örs, vd. (1998a), tarafından yapılan bir araştırmada; sarıçam odunun çalışmasını azaltmak amacıyla emprenye işleminde kullanılan polietilen glikol (PEG-400) ve bazı su itici maddelerin (SİM) yanmayı artırıcı özelliklerini iyileştirmek amacıyla yapılmıştır. Sonuç olarak, borlu bileşiklerin odunun yanma direncini artırdığı ve su itici maddelerin yanmayı artırıcı etkilerini belli oranda azalttığı belirlenmiştir.

Örs, vd. (1998b), tarafından yapılan bir çalışmada; çeşitli kimyasal maddelerle emprenye işleminin ağaç malzeme ağırlığının da meydana getirdiği değişiklikleri azaltmak amacıyla yapılmıştır. 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, metil metakrilat, izosiyanat ile ve ASTM-D 1413-76 esaslarına uyularak emprenye edilmiştir. Sonuç olarak; emprenye işleminden sonra ölçülen hava kurusu haldeki en yüksek yoğunluk kayın odununda stiren ve metil metakrilatın 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. (2004), tarafından yapılan çalışmaya göre; emprenye maddeleri yapışma direncini azaltmaktadır. Bununla birlikte, uzun süreli batırma yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerdeki yapışma direncinin düştüğü gözlemlenmiştir. Emprenye maddeleri, tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatarak yapışma direncini düşürmektedir. Aynı çalışmada daha yüksek yapışma direnci değerleri daha kısa

sürelî daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş ağaç malzemelerin yapıştırılmasında gözlemlenmiştir. Çalışmada etkileşim olarak en yüksek yapışma direncini, kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak, Imersol Aqua ile emprenye edilmiş ve yüzeyi zımparalanmış, poliüretan tutkalı ile yapıştırılmış kayın ağacı örnekleri vermiştir.

Baysal vd. (2004), tarafından yapılan bir çalışmada; çeşitli borlu bileşikler ve monomer su itici maddeler (SİM)'le muamele edilen cennet ağacı odununun yoğunluk, yanma ve su alma gibi bazı fiziksel özelliklerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik olarak hazırlanmıştır. Çalışmada borlu bileşiklerden, borik asit, boraks ve borik asit+boraks karışımı (7:3; ağırlık: ağırlık); monomer su itici maddelerden metilmetakrilat (MMA), Stiren (St), stiren + metilmetakrilat (7.3; hacim: hacim) ve izosiyanat (ISO) kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca ticari emprenye maddelerinden vacsol (V), immersol WR, polietilen glikol-400 (PEG-400), Tanalith-CBC ve fosforik asit (FA) karşılaştırma amacıyla denenmiştir. Deney sonuçlarına göre; en yüksek özgül ağırlık değeri ISO ile muamele edilen deney örneklerinde elde edilmiştir (0.80 gr/cm³). Çalışmada kullanılan monomer maddeler, örneklerin su alma oranında önemli derecede azalma sağlarken; borlu bileşikler üzerine uygulanan monomer muamelesi de benzer etkiyi göstermiştir. Çalışmada stiren ve metilmetakrilat karışımı su alımını azaltan en etkili uygulama olmuştur. Yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı açısından borik asit+boraks karışımı % 63 'lük ağırlık kaybı oranı ile en olumlu sonucu vermiştir.

Bal (2006), tarafından yapılan bir çalışmada; sarıçam odununun, Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) ile daldırma ve basınç yöntemleri ile muamelesi sonucu, bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimleri araştırılmıştır. Fiziksel özelliklerden tam kuru yoğunluk, hava kurusu yoğunluk, hacim ağırlık değeri ve odunun çalışması (daralma ve genişleme miktarları), mekanik özelliklerden ise; eğilme direnci, şok direnci, liflere paralel ve liflere dik çekme dirençleri, liflere paralel basınç direnci ve makaslama direnci örnekleri, muamele edilenler ile kontrol grubu örnekleri karşılaştırmalı olarak araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; ACQ kimyasalı kullanılarak yapılan emprenye işleminde, odunun mekanik özelliklerinde meydana gelen değişimler istatistiksel bakımdan önemsiz bulunmuştur. 72 saatlik daldırma ve dolu hücre yöntemiyle yapılan muameleler

sonucunda, odunun daralma ve genişleme miktarlarında ise, %20'ler seviyesinde azalmalar olmuştur. Yeterli tutunum sağlaması, çevre ile uyumlu bir kimyasal olması ve odunun çoğu mekanik özellikleri üzerine anlamlı bir etki etmemesinden dolayı ACQ'nın birçok kullanım yeri için uygun bir emprenye maddesi olduğu sonucuna varılmıştır.

Peker, vd. (2004), tarafından hazırlanan bir çalışmada; iç ve dış ortamda odunun canlı ve cansız zararlı etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan bazı emprenye maddelerinin Ladin (*Picea orientalis Link*) odununun yanma özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışma kapsamında, ladin odunundan hazırlanan deney örnekleri ASTM - D 1413-76 esaslarına göre emprenye edilmiştir. Emprenye maddesi olarak özellikle ağaç malzemenin yanmasında ve mikroorganizmalara karşı etkili olan tanalith CBC, Boraks, Borik asit, Borik asit+Boraks karışımı, Vacsol WR, polietilen glikol 400 ve Stiren kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre; ladin odununda tuzların vakum metodu uygulanarak emprenye edilmesi durumunda yanmayı geciktirici etkisinin arttığı belirlenmiştir. En yüksek % retensiyon Stiren+Metilmetakrilat'da % 48, en düşük Fosforik asitte % 7,8, en yüksek yanma sıcaklığı Stiren 'de 667 °C, en düşük monoamonyum fosfat'ta 100°C, en yüksek ışık yoğunluk değeri tanalith CBC' de 1000 Lüks, en düşük Stiren'de 500 Lüks, en yanma süresi monoamonyum fosfat'ta 1200 saniye, en düşük 100 saniye, en fazla ağırlık kaybı PEG 400'de % 91, en düşük Fosforik asitte % 9.2 olarak tespit edilmiştir.

Örs, Atar ve Peker (1997), tarafından yapılan bir çalışmada; odun hammaddesinin iç ve dış ortamda korunmasına yönelik olarak (biotik, abiotik zararlılar, yangın vb.) kullanılan çeşitli emprenye ve üst yüzey işlem maddelerinin odunun yanma özellikleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla, sarıçam (*Pinus sylvestris L.*) ve Kestane (*Castanea sativa Mill.*) odunlarından hazırlanan deney örnekleri, tanalith-CBS, su itici çözeltiler (water repellent=WR)+sentetik vernik ve WR+poliüretan vernik ile ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edildikten sonra üst yüzey işleminde sentetik ve poliüretan vernikler uygulanmıştır. Tanalith-CBC ile emprenye edildikten sonra vernikleme her iki odun türünde ilk anda yanmayı geciktirici etki sağlamıştır. Buna karşılık kestanede % 20, sarıçamda % 13 ağırlık kaybı olmuştur. Emprenye işlemlerinden sonra uygulanan vernikler örneklerin

yanma özelliklerini etkilememiştir. Tanalith–CBC ile emprenye edilen örneklerde yanma sonucu dağılma meydana gelmemiştir.

Örs, vd. (1997), tarafından bir çalışmada; ağaç malzemeyi koruyucu kimyasal maddelerden suda çözünen tuzlarla emprenye etmenin yanmaya karşı dayanıklılığı üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu maksatla yaygın olarak kullanılan sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) odunları ile emprenye maddesi olarak; Potasyum nitrat (KNO_3), Çinko sülfat ($ZnSO_4$), Sodyum tetra borat ($Na_2 B_4 O_7$) Sodyum sülfat (Na_2SO_4) ve Bakır sülfat (Cu_2SO_4) kullanılmıştır. Emprenye metodu olarak uzun süreli daldırma ve 1 saat vakum-1saat basınç, 30 dakika vakum-30 dakika basınç olmak üzere dolu hücre metotları uygulanmıştır. Emprenye edilen numunelerde, alev kaynaklı ve alev kaynaksız yanma sırasında oluşan ağırlık kayıpları esas alınarak yapılan değerlendirme sonuçlarına göre; Cu_2SO_4 , $ZnSO_4$ ve Na_2SO_4 sarıçam ve kayında yanmaya dayanıklılık kazandırmışlardır. Bu bakımdan dolu hücre metodu ile yapılan emprenye işlemi daha etkili bulunmuştur.

Örs, vd. (2002), tarafından yapılan çalışmada; iç ve dış ortamda odunun canlı ve cansız zararlı etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan bazı emprenye maddelerinin Kokar ağaç (*Ailanthus altissima* (Mill.)Swingle) odunun yanma özelliklerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, Kokar ağaç odunundan hazırlanan deney örnekleri, ASTM-D 1413-76 esaslarına göre emprenye edilmiştir. Emprenye maddesi olarak özellikle ağaç malzemenin yanmasında ve mikroorganizmalara karşı etkili olan; tanalith-CBC, boraks, borik asit, borik asit+boraks karışımı, vacsol-WR, imersol-WR 2000, polietilen glikol-400 ve stiren kullanılmıştır. Elde edilen deney sonuçlarına göre, kokar ağaç odunu boraks ile vakum metodu uygulanarak emprenye edildiğinde yanma dayanımının arttığı belirlenmiştir. Ayrıca vinil monomerlerden stiren ve vacsol-WR yanmayı önleyici etki göstermiştir.

Uysal, vd. (2002), tarafından yapılan bir çalışmada; doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), sarıçam (*Pinus silvestris* L.) Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) sapsız meşe (*Quercus petraea* spp.) Akdut (*Morus alba* L.) ve küçük yapraklı ihlamur

(*Tilia perfifolia* Ehrh.) ağaçlarının ASTM-E 69 esaslarına göre yanma özelliklerini belirlenmiştir. Sonuç olarak alev kaynaklı yanmada en fazla kütle kaybı ıhlamur odununda en yüksek karbondioksit oranları sırasıyla sapsız meşe ve kayında en yüksek sıcaklık değeri Uludağ göknarı örneklerinde elde edilmiştir Yanmaya maruz kalacak yerlerde meşe odunun kullanılmaması önerilmiştir.

Baysal, (1994) değişik oranlarda boraks, borik asit, stiren, metilmetakrilat, polietilen glikol ve parafin çözeltileri kullanılarak emprenyesi yapılan kızılçam odununun yanmaya karşı korunmasında parafin+borik asit+boraks maddelerinin %15'lik çözeltisinin en etkili olduğunu belirtmiştir.

Yalınkılıç, vd. (1996), tarafından yapılan bir çalışmada; odunun biyotik ve abiyotik zararlılarına karşı korunması amacıyla kullanılan emprenye maddelerinin duglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb Franco) odununda yanma ölçülerinin ne ölçüde etkilediği araştırılmıştır. Buna göre, borlu bileşiklerin sulu çözeltilerinin önemli derecede yanmayı önleyici etki gösterdiği, PEG- 400 de çözüldürülen Borik asidin (7:3) ağırlık: ağırlık) yanmayı önleyici etki göstermediği bildirilmiştir. Ayrıca yanmayı artırıcı etkileri bilinen çeşitli su itici maddelerin ise borlu bileşiklerle emprenye edilmiş oduna ikinci bir işlem olarak uygulanmaları durumunda yanmada oluşturdukları olumsuz etkinin azaltıldığı ifade edilmiştir.

Uysal, (1997), farklı kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanma dayanıklılığına etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada sarıçam ve doğu kayını odunlarından hazırlanan deney örnekleri, Sodyum sülfat, Sodyum tetra borat, Bakır sülfat, Potasyum nitrat, Çinko sülfat ile daldırma ve basınç uygulanan dolu hücre metodu ile farklı sürelerde basınç ve vakum uygulanarak emprenye edilmiştir. Daldırma yöntemi ile emprenye edilen örneklerin, dolu hücre metoduna göre yanmaya karşı daha az dayanıklı olduğu saptanmıştır. Yanmaya karşı en etkili emprenye yöntemi, bir saat vakum bir saat basınç şeklinde uygulanan dolu hücre metodu olmuştur. Na₂SO₄, ZnSO₄ ın yangın geciktirici, Na₂B₄O₇ ve ZnSO₄ ın sıcaklık artışını önleyici, KNO₃, Na₂B₄O₇ ve ZnSO₄ ın ise yanma esnasında duman oluşumunu azaltıcı özellikte olduğu bildirilmiştir.

Demetçi (1991), Çam, Gökmar, Kayın, Meşe ve Akçaağaç odunlarının PVAc ve epoksi tutkalı ile yapıştırılması ile elde edilen ağaç malzemede tutkal çeşidinin yapışma direncine etkisinin, lifler yönünde çekme, basınç ve yarıma direncinde önemli olduğunu bildirmiştir.

Örs (1987), kama dişi birleşmeli masif ağaç malzemelerden soğuk suda bekletilen PVAc tutkallı örneklerin direnci kabul edilebilir minimum değerlerin altında, ÜF ve FF tutkallı örneklerin ise standartlarda belirtilen değerlere göre kabul edilebilir olduğunu, ÜF ve FF tutkalları arasındaki farkın önemsiz çıktığını bildirmiştir.

Uysal ve Kurt (2005) tarafından yapılan bir çalışmada; ağaç malzeme olarak Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky), Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Ihlamur (*Tilia perfifolia* Ehrh.) ve Kestane (*Castanea sativa* Mill.) ağaçları kullanmıştır. Emprenye maddesi olarak da bor bileşenlerinden boraks, borik asit ve boraks-borik asit karışımı ile basınç vakum yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerin, polimerin (Desmodur- VTKA), üre formaldehit, fenol formaldehit ve PVAc tutkalı ile yapıştırılmasında en iyi sonuç Ihlamur kontrol örneklerinin üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmasında, emprenye edilmiş ahşap elemanlarda ise en iyi yapışma direncini borik asit ile emprenye edilmiş ve üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılan sarıçam örnekleri vermiştir.

Şenel (1994), ağaç malzemenin ısı iletkenliği katsayısını belirlemiştir. Bu çalışmada, Toros sediri (*Cedrus libani* A. Richard), Uludağ göknarı (*Abies born mulleriana* mattf.), Karakavak (*populus nigra* L.) ve Doğu kayını (*Fagus Orientalis* Lipsky), çeşitli amaçlar için endüstride yaygın olarak kullanılan yonga levha ve lif levhalar, ısı iletkenliği tespiti için seçilmiştir. Isı iletkenliği katsayılarının tespiti yapılırken ağaç malzemenin türü, özgül kütlesi, rutubet miktarı, lif yönü dikkate alınarak, QTM Probe metodu ile ısı iletkenlikleri ölçülmüştür. Bu çalışmada 20 °C sıcaklıkta ve (%12) hava kurusu ısı iletkenlik katsayıları; Uludağ Gökmarı 0,1128, Kara Kavak 0,1146, Toros Sediri 0,1253, Doğu Kayını 0,1580 Kcal/mh °C, yatık yongalı levhalarda 0,1776, dik yongalı levhalarda 0,1783, orta yoğunluktaki lif levhalarda 0,1998, sert lif levhalarda 0,2263 Kcal/mh °C olarak bulmuştur.

Tenwolde ve arkadaşları (1988) tarafından yapılan bir araştırmada; masif ağaç malzeme ile yonga ve lif levhaların ısı iletkenliğine malzemenin rutubet miktarı, sıcaklığı ve yoğunluğunun etkili olduğu ifade edilmektedir. Buna göre; özgül kütlesi 0,35g/cm³ olan karakavak odunun tam kuru haldeki ısı iletkenliği 0,087 W/mK iken, hava kurusu halde 0,10 W/mK, zgl Kütlesi 0,46 g/cm³ olan sedir odunundan tam kuru halde 0,11 W/mK, hava kurusu halde 0,13 W/mK, zgl Kütlesi 0,66 g/cm³ olan meşe odunundan tam kuru halde 0,14 W/mK, hava kurusu halde 0,18W/mK olarak bulunmuştur.

Kamke ve Zylkowski (1989), odun kökenli panellerin ısı iletkenliği üzerine çalışmanın sonuçlarına göre; değişik panel levhalardan aynı ürünlerin farklı üretim biçimlerine göre farklı termik özellikler gösterdiği ifade edilmektedir. Bu araştırmada deneme materyali olarak kullanılan 9 ayrı cins masif ahşap ve panel levhanın hesaplanan ısı iletkenliklerinin, malzemenin rutubet miktarları, sıcaklığı, özgül kütlesi, türü ile ilgili olduğu açıklanmaktadır.

zcan (2007), emprenye edilmiş ve farklı tutkallar kullanılarak yapıştırılmış lamine ağaç malzemelerin ısı iletkenlik katsayılarını araştırmıştır. Bu amaçla, odun materyali olarak, Sariam (*Pinus sylvestris*) ve Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) odunları emprenye maddesi olarak, Tanalith-C (CCA), Kreozot ve Sodyum Silikat, tutkal olarak, PVAc, D-VTKA ve üre formaldehit tutkalları kullanılmıştır. Isı iletkenlik katsayısı sonuçlarına göre, Doğu Kayını odununun ısı iletkenlik katsayısı değerleri genel olarak Sariam odunundan yüksektir. Radyal lif yn ısı iletkenlik katsayıları, teğet lif yn ısı iletkenlik katsayılarından ortalama %5-10 yüksektir. Lamine elde etmede kullanılan re Formaldehit tutkalı düşük ısı iletkenlik katsayısı değerlerini vermiştir. Yalıtkan bir ağaç malzeme elde etmek için re Formaldehit, iletken bir malzeme elde etmek için Polivinil Asetat (PVAc) tutkalı tercih edilebilir sonucuna varmıştır.

zifi (2008), tarafından yapılan bir çalışmada, çeşitli ağaç türleri ve tutkallar kullanarak borlu bileşiklerin yapışma direncini etkilemediği ancak asidik emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını belirtmektedir.

Özçifçi (2006), borlu bileşiklerle emprenye edilmiş *Pinus brutia Ten.* ve *Ulmus compestris L.* odunlarında fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarını kullanarak yapışma direnci deneylerini gerçekleştirmiş ve yapışma direncinin düştüğünü belirtmişlerdir.

Özçifçi ve Okçu (2008), *Quercus petraea L.* ve *Castanea sativa Mill.* odunlarını boraks ve çinko klorürle emprenye etmişler ve D-VTKA ile yapıştırmışlardır ve sonuçta bu emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerinde olumsuz etkiye sahip olduklarını belirtmişlerdir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOD

2.1. MATERYAL

2.1.1. Ağaç Malzeme

Yapılan çalışmada, ağaç malzeme olarak; Kestane (*Castanea sativa*), Ihlamur (*Tilia gümüşi*) ve Kavak (*Populus nigra*) kullanılmıştır.

2.1.1.1. Ihlamur (*Tilia gümüşi*)

Doğu ve Batı Karadeniz, Marmara, Ege sahil şeridinde ve Antalya çevresinde yetişir. Ülkemiz ormanlarında genellikle karışık yetişen bu ağaç cinsi gümüşi ihlamur, Kafkas ihlamur, küçük yaprak ihlamur (kış ihlamuru) ve büyük yapraklı ihlamur (yaz ihlamuru) türleri ile temsil edilmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Ihlamur odununun tam kuru yoğunluk değeri 0.49 gr/cm^3 ve hava kurusu yoğunluk 0.52 gr/cm^3 tür. Radyal daralma %5,5, teğet yönde daralma %9,1, hacmen daralma %14,9 dur. Ihlamur odununun basınç direnci, 520 74 kp/cm^2 , eğilme direnci 1060 kp/cm^2 elastikiyet modülü 74 kp/cm^2 , olarak belirtilmiştir (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Odunu yumuşak, hafif, ince ve yeknesak tekstürde, düzgün lifli olup düşük elastikiyet modülüne ve orta derecede eğilme direncine sahiptir. Aletlerle kolayca işlenebilir. Kurutulurken fazla çalışırsa da kullanım yerinde stabilitesi orta derecededir. Çatlama ve çarpılma gibi kusurları az görülmektedir. Kurutmada iyi sonuç alabilmek için yavaş kurutulmalıdır. Kolay emprenye edilebilir (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Her yönde yarılmaya karşı direnç gösterdiğinden oymacılıkta en önemli ağaç türlerinden biridir. Arıkovanı iskeleti, şapka kalıpları, müzik aletlerinde tınlaşım tablası olarak, piyano, harp, oyuncaklar, yassı fırça sapları, tornacılık, bobin ve makaralar ile seçilmiş tomruklardan dekoratif kesme kaplama levha imali, ambalaj talaşı, tersimat masaları, plançeteler, modeller ve siyaha boyanarak abanoz imitasyonları yapımında kullanılır. Pano, dekor yapımı, döküm kalıpları yapımında, yontuculukta, kontrplak, kurşun kalem, kutu, sandık imali, kaplama altlığı, iskelet, ıhlamur soymuğu ve selüloz yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca çiçeğinin de önemli bir kullanım yeri vardır. Çiçekleri çay gibi içilir. Ayrıca çok güzel park ağacıdır. Döküm endüstrisinde model olarak Venedik storları, resim tahtaları, heykelcilik, körağaç olarak kontra tabla, kibrit üretimi, ayakkabı kalıpları, presle hazırlanan ağaçtan oymalı işlerde lif plaka (duralit) üretiminde kullanılmaktadır (Aslan, 1994).

2.1.1.2. Kestane (*Castanea sativa*)

Rus – Türk sınırından itibaren kuzey sahilleri boyunca İstanbul civarındaki Belgrat ormanlarına kadar uzanır. Ayrıca Marmara ve Batı Anadolu’da da bulunur. Ege ve Akdeniz bölgelerinde lokal olarak bulunur kuru ve bozuk kuru olarak ormanlarımızın 15024 hektarını kaplamaktadır. Buda yaklaşık olarak orman sahamızın %1,4’ne tekabül etmektedir (Bozkurt ve Erdin, 1989).

Kestane kereste olarak meşeye çok benzer. Göbek odunludur. Dış odunu dar iç odunu geniştir. Çember gözeneklidir. İlkbahar dokusunda gözenekleri açıkça görülebilecek iriliktir. sonbahar dokusunda gözenekleri çıplak gözle görülmeyecek kadar küçüktür. Diri odunu 2-5 yıllık halkadan ibaret olup çok dar ve kirli sarımsı beyaz renktedir. Öz odun ise açık ile koyu kahve renkleri arasındadır. Kesilip açık havada bırakılan kestanenin rengi zamanla koyulaşır. Koyulaşma iç odunda daha belirgindir. Çürümeye karşı öz odun tanen ihtiva ettiğinden çok dayanıklıdır. Kestane odunu orta derecede sert, orta derecede ağır, eğilme kabiliyeti düşük ve şok mukavemeti orta derecededir. Tanence zengin bir odunu vardır. Kuruması yeknesak olup kolay işlenir ve kolay yarılr (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Kestane odununun tam kuru yoğunluk değeri $0,59 \text{ gr/cm}^3$ ve hava kurusu yoğunluk $0,63 \text{ gr/cm}^3$ 'tür. Radyal daralma %4,3, teğet yönde daralma %5,7, hacmen daralma %11,3 dur. Kestane odununun basınç direnci, 500 kp/cm^2 , eğilme direnci 770 kp/cm^2 elastikiyet modülü, 125 kp/cm^2 , dinamik eğilme direnci, $0,55 \text{ kpm/cm}^2$, makaslama direnci, $80-95 \text{ kp/cm}^2$, paralel çekme direnci 1350 kp/cm^2 olarak belirtilmiştir (Bozkurt ve Göker 1996; Bozkurt ve Erdin, 1997).

Sert sıkı yapılı ve esnektir. Kolay yarılr. Uzun iplikli olduğundan kolay bükülür. Az çalışır. Kolay işlenir, meşeye göre daha eş yapılıdır. Havanın bozucu etkilerine dayanıklıdır. Bol tanenlidir. Tanen yüzünden çok iyi boyanır. İyi verniklenir. Mantarlara ve mikro organizmalara karşı dayanıklıdır. Su altında olağan üstü bir dayanım gücü vardır. Nemli ortamda da dayanıklıdır. Çivi vida ve tutkalla iyi bağlantı kurar. Vurulma, basılma, ezilme, sürtünme gibi fiziki etkilere dayanımı zayıftır. Emprenye edilebilir (Şanıvar ve Zorlu, 1991).

Bu ağacın odunu yapı kerestesi olarak, bükme mobilyada, gemi inşaatında, tel direği, fiçı imali, bağ sırıkları, çit ve kazıklarda, alet sapları imalatında, küfe ve sepet imalatında, yakacak odun ve kömür olarak kullanılmaktadır. Ayrıca sepi maddeleri imalatında hem kabuğu, hem de odunu kullanılmaktadır (Aslan, 1994).

2.1.1.3. Kavak (*Populus nigra*)

Türkiye'nin her tarafından yetişir. Uygun koşullarda çabuk büyür. Bu nedenle birçok yerde korular halinde kavak yetiştirilir. Karakavak Avrupa, Rusya, Türkiye, Kuzey Afrika ve Hindistan'da yayılış yapmaktadır. Hızlı büyüyen bir ağaç türüdür. Nehir ve su kenarlarında sık, sık rastlanır. Tam bir ışık ağacıdır. Gevşek, nemli toprak isterler. Anadolu'nun her yerinde yetiştirilebilmektedir. Karakavak, Bolu, Zonguldak (Yenice-Karabük arası), Ankara-Kızılcahamam ve Karaseki üstü 1400 m, Kastamonu-Tosya gibi kuzey batı Anadolu bölgelerinde doğal olarak bulunmaktadır.

Kavak odunu, iğne yapraklı ağaçların odunundan reçine kanallarının olmaması ve yıllık halkada dağınık bulunan çok sayıda trahelerin mevcudiyeti ile ayrılabilir. Tekstür ince ve yeknesak, lifler düzgün, ince iğne çizikli ve az dekoratiftir. Yıllık

halkalar genellikle geniş, sınırları muntazam, yuvarlak ve oldukça barizdir. Ancak lupla görülebilen küçük traheler yıllık halka içerisinde dağınık ve pek fazla sayıda, takriben aynı büyüklüktedir. Kavaklarda öz, yıldız gibi beş köşelidir. Boyuna kesitte odunu hafif parlak, hücre yapısı bariz bir şekilde kabadır (Aslan, 1994).

Kavak odununun tam kuru yoğunluk değeri 0.41 gr/cm^3 ve hava kurusu yoğunluk 0.45 gr/cm^3 tür. Radyal daralma %5.2, teğet yönde daralma %8.3, hacmen daralma %13.8 dur. Kavak odununun basınç direnci, 350 kp/cm^2 , eğilme direnci 650 kp/cm^2 elastikiyet modülü 50 kp/cm^2 , dinamik eğilme direnci 0.50 kpm/cm^2 , makaslama direnci 50 kp/cm^2 , paralel çekme direnci 770 kp/cm^2 olarak belirtilmiştir (Bozkurt ve Yener 1996; Bozkurt ve Erdin, 1997).

Diri odun kolay, öz odun güç empenye edilir. Direnç değerleri ve elastikiyet modülü düşük olup, şok şeklinde gelen ani yüklenmelere karşı orta dereceli dayanıklıdır. Çalışması fazladır. Çekme odunu bulunan gövdelerde işlenme zorlaşır ve pürüzlü yüzeyler oluşur (Bozkurt ve Erdin, 1997).

Kavak odunu mobilyaların iç kısımlarında ve çekmecelerde, oyuncak kutu ve sandık imalinde, kontrplak, kibrit yapımında, dekoratif olmayan tornacılık işlerinde, ambalaj talaşı, protez, kurşun kalem üretiminde, lif ve kağıt endüstrisinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Erdin, 1997).

2.1.2. Emprenye Maddeleri

Bu çalışmada boraks, borik asit, boraks+borik asit, di amonyum fosfat, amonyum sülfat, çinko klorür, sodyum silikat gibi empenye maddeleri kullanılmıştır. Emprenye maddeleri Karaköy / İstanbul Ada Kimya Laboratuar ve Endüstriyel Ürünler Sanayi Ticaret Limited Şirketi'nden temin edilmiştir.

2.1.2.1. Sodyum Silikat

Sodyum Silikat suda çözünen bir cam türüdür ve bu nedenle cam suyu olarak adlandırılır. Şeffaf, açık mavi- yeşil renkli, belli bir şekli boyutu olmayan, suda

kolayca çözünmeyen, kolayca öğütülmeyen öğütülünce beyaz toz haline dönüşen bir maddedir. Basınç altında sıcak suda çözünür. Çözeltisi alkalidir. Çözeltideki madde miktarıyla orantılı olarak viskozitesi artar. Üç molekül SiO₂ olanı üç modül iki molekül SiO₂ olanı iki modül olarak adlandırılır. Her iki silikatta da bir tane Na₂O vardır. Piyasada toz ve sulu çözelti olarak satılmaktadır.

2.1.2.2. Diamonyum Fosfat (NH₄)₂HPO₄

Diamonyum fosfat suda çözünen bir emprenye maddesidir. En etkili amonyum tuzu olup yıllarca yangına karşı koruma sağlar. Demire etki yapmaz. Ağırlık esasına göre %5'lik çözeltisi hazırlanan borik asidin kimyasal özellikleri aşağıda verilmektedir

Molekül ağırlığı	:132,06
Özgül ağırlığı	:1,619 g/cm ³
Suda çözünürlüğü	:331 g/l
Erime noktası	:185°C

2.1.2.3. Amonyum Sülfat (NH₄)₂ SO₄

Amonyum sülfat suda çözünen yanmayı önleyici bir emprenye maddesidir. Çok ucuz ve eritilebilir bir tuz olmakla beraber metallere tesir eder.

2.1.2.4. Çinko Klorür (ZnCl₂)

Çinko klorür Çinko klorür (ZnCl₂) ağaç malzemedde emprenye maddesi olarak Wade tarafından 1815 yılında tavsiye edilmiş ve ilk defa 1838 yılında W.Burnet tarafından kullanılmıştır. Böylece çinko klorür yüzyılı aşan bir süreden beri emprenye maddesi olarak kullanılmaktadır (Berkel 1972).

Çinko klorür beyaz renkte fazla miktarda higroskopik bir maddedir. Sıvı içerisinde yüksek miktarlarda çözünebilme kabiliyetine sahiptir. Ağaç malzemenin emprenyesinde en uygun miktar olarak %3-5 kullanılmaktadır. Çinko klorür bazik tuzlar meydana getirmekte, ve ağaç malzemenin liflerine etki etmektedir. Bu

nedenden dolayı %5'ten fazla yoğunluktaki çözeltiler tavsiye edilmemektedir. Ayrıca çinko klorür odun lifleri tarafından iyi bir şekilde tutulamamasından dolayı sular tarafından kolay bir şekilde yıkanabilir. Bu nedenden dolayı su ile karşılaşacağı ortamlarda kullanılmaması önerilmemektedir (Berkel 1972).

böylece hidroklorik asit açığa çıkararak demir kısımlara Kurutulduktan sonra ağaç malzeme temiz görünüşlü olup boyamaya elverişlidir. Üstü kapalı yapılar içerisinde bulunan ağaç malzemede çinko klorürün mantarlara ve böceklere karşı koruyucu etkisi iyidir. Buna rağmen açıkta kullanılan ağaç malzemede sular tarafından kolaylıkla yıkanabilir (Berkel 1972).

2.1.2.5. Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 5\text{H}_2\text{O}$)

Boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$) bor madeninin en önemli türevidir. Rezerv bakımından dünya sıralamasında ilk sırayı alan Türkiye, üretimin % 80'ini ham cevher olarak ihraç etmektedir. Ağaç malzemenin korunmasında borlu bileşiklerin kullanımı söz konusudur (Baysal, 1994)

Boraks suda çözünen yanmayı önleyici bir emprenye maddesidir. Etkili fakat suda erime kabiliyeti çok düşüktür.

Bileşim	:%21,28 Na_2O , %47,80 B_2O_3 , %30,92 H_2O
Molekül ağırlığı	:291,3
Özgül ağırlığı	:1,815 g/cm^3
Dökme ağırlığı	:980 kg/m^3
Erime noktası	:741°C

2.1.2.6. Borik Asit (H_3BO_3)

Ağırlık esasına göre %5'lik çözeltisi hazırlanan borik asidin kimyasal özellikleri aşağıda verilmektedir.

Bileşimi	:%56.30 B_2O_3
Molekül ağırlığı	:61.84
Özgül ağırlığı	:1.435 g/m^3

Dökme ağırlığı	:780 – 815 kg/m ³
Erime noktası	:185°C

2.1.2.7. Borik Asit + Boraks

Her iki çözeltinin %50 oranındaki (ağırlıkça) karışımları kullanılmıştır.

2.1.3. Tutkal

2.1.3.1. Poliüretan Esaslı Desmodur VTKA Tutkalı (Deniz Tutkalı)

Yapışma direnci deneyleri için Poliüretan tutkalı kullanılmıştır. Poliüretan tutkalının kullanılmasının nedeni dış hava şartlarına karşı dayanıklı olmasıdır. Poliüretan tutkalı Okyanus Kimyadan temin edilmiştir. Tek kompenatta havanın nemi ile sertleşen deniz suyuna dayanıklı poliüretan bazlı ahşap yapıştırıcısıdır. Her türlü ağaç formika polistren köpük, cam yünü, metale, taşa, tuğlaya ve çeşitli plastiklere uygulanır. Özellikle kapı, pencere ve mobilya imalatında tahta parçaların montajında, teknelerin onarımında büyük kolaylıklar sağlanır. Yapıştırılacak yüzeylerin uygulamadan önce, kir, toz ve yağdan arındırılmış olması gerekmektedir. Uygulanacak yüzeyin hafifçe ıslatılması sertleşmeyi hızlandırır ve köpüklenme ile tutkalı dondurur. Uygulama yapılacak yüzeylerin 20 dakikada preslenmesi gerekmektedir (Okyanus, Kimya).

2.2. METOD

2.2.1. Örnek Ağaçların Seçimi ve Örneklerin Hazırlanması

Denemede kullanılan ağaç malzeme, piyasadan “Rastgele Seçim” yöntemi ile Karabük ilinin Yenice ilçesinden Yeşil Yenice A.Ş. den temin edilmiştir. Fırın kurusu halde olan (10x30x300cm) kerestelerden, yapılacak olan deneylere göre örneklerin kesimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol örnekleride aynı keresteden elde edilecek şekilde kesim işlemi gerçekleştirilmiştir. Her bir test için 10 örnek hazırlanmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan,

sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin hazırlanma işlemi Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Ana Bilim Dalı laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.2. Örneklerin Emprenye İşlemleri

Bu çalışmada teste tabi tutulacak olan numuneler öncelikle her bir test için uygun standartlara göre kesilmiştir. Sonra sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 3$ olan ortamda değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Emprenye öncesi deney örneklerinin $\%12$ rutubet derecesindeki ağırlıkları (T_1) 0.001 gr duyarlılıkta ve ayrıca üç boyutu 0.001 mm duyarlılıkta ölçülmüştür. Daha sonra örneklerin emprenye işlemi çift vakum yöntemi (Vac – Vac) ile gerçekleştirilmiştir. Emprenye işlemi aşağıdaki aşamalarda gerçekleştirilmiştir.

A. *Ön Vakum:* Ağaç malzeme silindirik yapıdaki emprenye kazanı içersine alınır. Burada odun hücrelerindeki hava atmosfer basıncı altındadır. Bir vakum pompası ile hücrelerdeki hava boşaltılır. Ortamdaki basıncı 50 mbar düşürene kadar (yaklaşık 30 dakika) işleme devam edilir.

B. Süre sonunda emprenye kazanı vakum altındayken emprenye çözeltisi kazana sevk edilir.

C. Emprenye kazanı çözelti ile dolduğunda vakum kaldırılarak kazan atmosfer basıncına açılır ve ağaç malzeme emprenye çözeltisini bu kez atmosfer basıncında emer. Bu aşamada 60 dakika süre ile 3 bar basınç uygulanmıştır.

D. Basınç uygulaması bittikten sonra atmosfer basıncına dönülerek emprenye çözeltisi kazandan dışarı alınır.

E. Son Vakum: kazandaki atmosfer basıncının 50 mbar düşürene kadar (yaklaşık 5 dakika) vakum uygulanmıştır. Bu işlemin amacı hücreler içindeki fazla emprenye çözeltisini geri almaktır. Bu son vakumdan sonra emprenye çözeltisi depo tankına geri alınır. Ağaç malzeme yüzeyi ıslaktır. Fakat kazan tekrar atmosfere açıldığında,

atmosfer basıncıyla yüzeyde kalan emprenye çözeltisi içeri doğru ilerleyerek, işlem sonunda ağaç malzemenin dokunulacak kurulukta olması sağlanır.

Emprenye işleminden sonra kazandan çıkarılan örneklerin üzerindeki fazla çözelti uzaklaştırılmış ve ± 0.001 gr duyarlılıkta tartımları yapılarak emprenye sonrası ağırlık (T_2) şeklinde kaydedilmiştir. Daha sonra örnekler sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 3$ olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

2.2.3. Retensiyon Miktarı ve Retensiyon Oranı

Örneklerin T_1 ve T_2 tartımlarından ve emprenye öncesi örnek hacminden yararlanarak örneklerin absorbe ettiği kimyasal madde tutunma miktarı yani retensiyon miktarları olarak aşağıdaki formülle hesaplanmıştır.

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

Burada;

$$G = T_2 - T_1$$

G: Örnek tarafından absorbe edilen emprenye maddesi çözelti miktarı (g)

T_1 :Emprenye öncesi ağırlık (g)

T_2 :Emprenye sonrası ağırlık (g)

V: Örnek hacmi (cm^3)

C: Emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

2.2.4. Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluğun belirlenmesi için $20 \times 20 \times 30$ mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 10 adet olmak üzere ($3 \times 8 \times 10$) 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. Yoğunlukların belirlenmesi için TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Tam kuru yoğunluk (δ_0) tayini için, örnekler etüv'de 103 ± 2 °C sıcaklık derecesinde ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler, kurutma fırınından alınarak

içerisinde CaCl_2 bulunan desikatörde soğutulduktan sonra 0.001 g duyarlıklı elektronik terazide tartılmıştır. Örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri hesaplandıktan sonra tam kuru yoğunlukları (δ_0); tam kuru ağırlık (M_0) ve hacim (V_0) değerlerine göre;

$$\delta_0 = M_0 / V_0 \text{ (g/cm}^3\text{)} \text{ formülü ile hesaplanmıştır.} \quad (2.2)$$

2.2.5. Hava Kuru Yoğunluk

Hava kuru yoğunluğun belirlenmesi için 20x20x30mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 10 adet olmak üzere (3x8x10) 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. Örneklerin yoğunlukları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir (TS 2472, 1976). Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki kabinde bekletilerek değişmez ağırlığa ve boyutsal stabilizeye ulaştıktan sonra ± 0.001 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kuru yoğunluk

$$(\delta_{12}); \delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2.3)$$

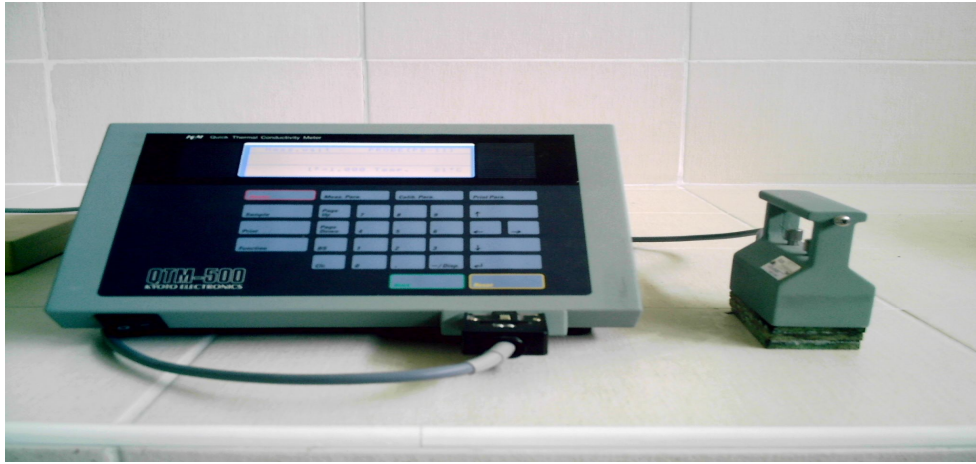
eşitliğinden hesaplanmıştır.

2.2.6. Isı İletkenlik Katsayısının Belirlenmesi Deneyi

Isı iletkenliği yapılacak masif ağaç malzemelerden, emprenye maddesi, ağaç türüne, göre her gruptan 10 örnek olmak üzere (8x3x10) 240 adet örnek hazırlanmıştır. Kestane, Ihlamur ve Kavak odunlarından ASTM C 177/C 51'e göre hazırlanan 20x50x100 mm boyutlarındaki masif ağaç malzeme örnekleri ile birlikte emprenye edilmiş örnekler, deney işleminden önce 20 ± 2 °C ve $\% 65 \pm 3$ bağıl neme sahip klimatize dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek $\% 12$ rutubete ulaşmaları sağlanmıştır. Deneylerden önce hava kuru hale getirilen örneklerin

ortasından genişlik ve yükseklikleri ± 0.01 mm duyarlıklı kumpasla ölçülerek kesit yüzeyleri hesaplanmıştır.

Deney de kullanılan Quick Thermal Conductivity -500 ısı iletkenliği test makinesinde PD-11 sensör probu kullanılmıştır. Tüm deneylerden önce kalibrasyon ölçümleri yapılmıştır. Her bir örneğin bir dakika süreyle otomatik olarak ölçümleri yapılmıştır. Isı iletkenliği katsayısının belirlenmesinde kullanılan QTM-500 cihazı Şekil 2.1’ de verilmiştir.



Şekil 2.1. QTM-500 cihazı ile ısı iletkenlik katsayısı deneyi

2.2.7. Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü

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

Eğilme direnci deneylerinde TS 2474 (1976) esaslarına uyulmuştur. Eğilme direnci denemeleri için TS 2474’e uygun olarak hazırlanan 2x2x30 cm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 10 adet olmak üzere (3x8x10) 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. . Üniuersal test makinesinin yükleme mekanizmasının hızı, kırılmanın yükleme anından itibaren 1,5-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Üniuersal test makinesine, dayanak noktaları açıklığı 24 cm olacak şekilde yerleştirilen örneklere,

yıllık halkalara teğet yönde ve dayanak açıklığının orta kısmından kırılma işlemi gerçekleşinceye kadar yük uygulanmıştır. Deneyler yapılmadan önce örnekler hava kurusu hale getirilir ve ± 0.01 mm duyarlılığa sahip olan dijital bir kumpasla genişliği, kalınlığı ve uzunlukları hesaplanır (Berkel 1972).

Eğilme direncinin hesaplanmasında;

$$\sigma_e = \frac{3x Fx l_s}{2bx h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2.4)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

σ_e : Eğilme direnci (N/mm²)

F : Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N)

l_s :Dayanaklar arası açıklık (mm)

b : Örnek genişliği (mm)

h : Örnek yüksekliği (mm)

Elastikiyet modülü denemeleri için TS EN 310 standardına uygun olarak hazırlanan 2x2x30 cm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 10 adet olmak üzere (3x8x10) 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. Örnekler hazırlanırken, yıllık halkaların kesit yüzeyine teğet olmasına dikkat edilmiştir. Denemelerde dayanak noktalarının açıklığı 24 cm olarak alınmış ve deney numunesinin liflere dik yönde ve tam ortadan uygulanmasına dikkat edilmiştir. Elastikiyet modülü aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$E = \frac{1}{4} x \frac{(F_2 - F_1)L_s^3}{\Delta f x b x h^3} \text{ Kg/cm}^2 \quad (2.5)$$

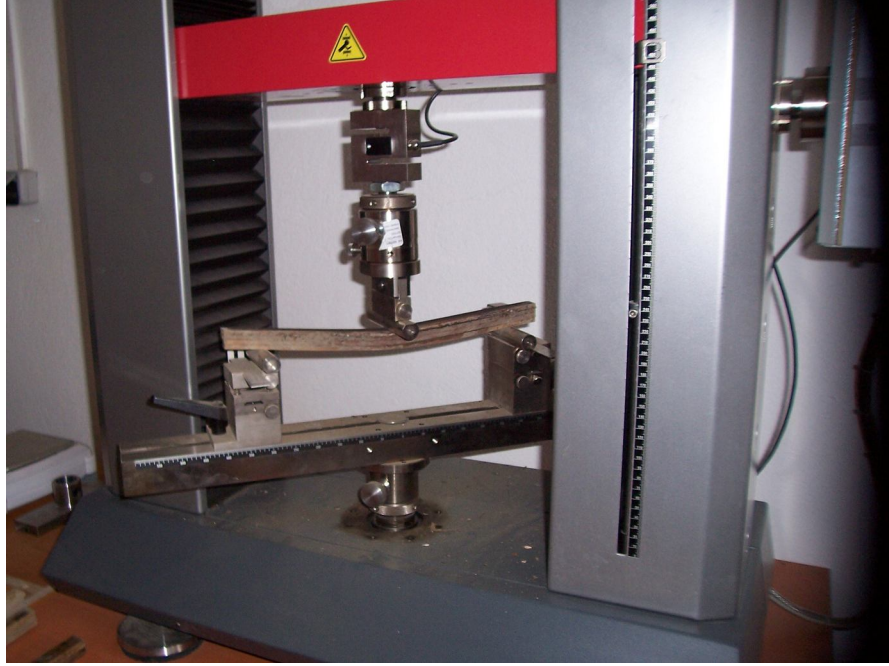
eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F1 : Birinci yük

F2 : İkinci yük

- Δf : Sehim farkı (cm)
B : Örnek genişliği (cm)
H : Örnek kalınlığı (cm)
Ls : Mesnet açıklığı (cm)

Üniversal test makinesinde yapılan eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi Şekil 2.2.' de görülmektedir.



Şekil 2.2. Üniversal test cihazında eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyi

2.2.8. Basınç Direnci

Basınç direnci TS 2595 esaslarına göre tespit edilmiştir. Deney örneklerinin enine kesiti 2x2 cm, boyu ise 3 cm olmak üzere her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 10 adet olmak üzere (3x8x10) 240 adet deney örneği hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri klima odasından çıkarıldıktan sonra, 0.01 mm hassaslıkla ölçüm yapabilen kumpasla en kesit boyutları ölçülmüş daha sonra lif yönü kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, Şekil 2.3'de görüldüğü gibi üniversal test makinesine yerleştirilmiştir. Üniversal test mekanizması, ezilmenin yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6

mm/dk hızla çalıştırılmıştır(TS 2595, 1977). Deneylelerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, basınç dirençleri (σ_b);

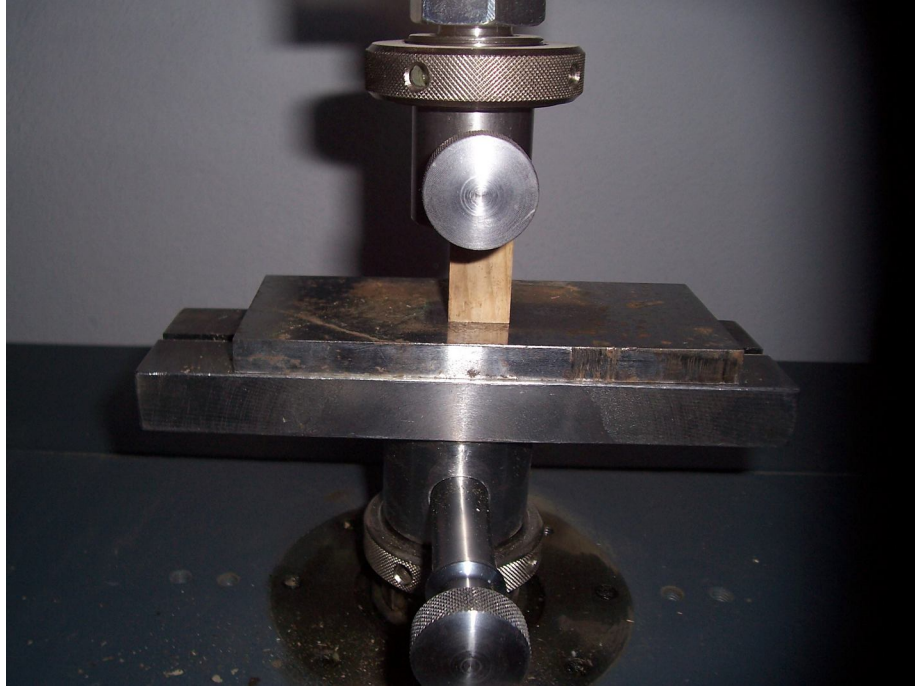
$$\sigma_b = \frac{F}{A} \text{ N/mm}^2 \text{ eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (2.6)$$

Burada,

F: Kırılma anındaki maksimum kuvvet

A: Örneğin enine kesit alanı (mm^2)

Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci deney örneği Şekil 2,3’de görülmektedir.



Şekil 2.3. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci

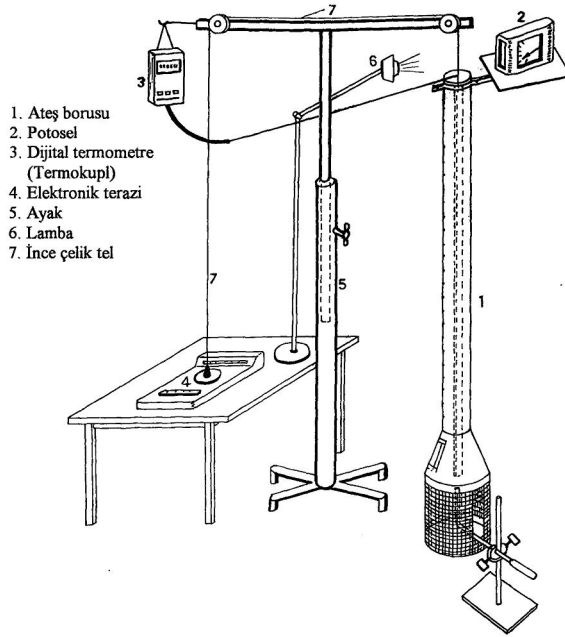
2.2.9. Yanma Deneyi

Ağaç malzemenin deney örneklerinin hazırlanmasında kullanılacak kaba örnekleri, sıcaklığı $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ve bağıl nemi $\%65 \pm 3$ olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilmişlerdir. Daha sonraki hava kurusu rutubetteki

(%12) taslaklar 9x19x1016 mm boyutlarda kesilmiştir. Her bir ağaç türü (3) için ve her bir kimyasal madde (8) için 6 adet olmak üzere toplam (3x8x6) 144 adet deney örneği hazırlanmıştır. Yanma deneyleri ASTM-E 69 esaslarına uygun olarak yapılmıştır (Uysal, vd. 2002). Deney öncesi örnekler $\pm 0,01$ g duyarlıklı analitik terazide tartılmış ve ilk ağırlıkları (M_i) belirlenmiştir daha sonra yanma deneyi gerçekleştirilmiş ve deney sonunda yanmamış parça ve kül miktarı toplanarak tartılmış ve son ağırlık (M_s) olarak kaydedilmiştir. Aşağıdaki formülle ağırlık kaybı (%) olarak hesaplanmıştır.

$$\text{Ağırlık kaybı (\%)} = [(M_i - M_s) / M_i] \times 100 \quad (2.7.)$$

Yanma deney düzeneği Şekil 2.4' de gösterilmiştir.



Şekil 2.4. Yanma Deney Düzeneği

2.2.10. Yapışma Deneyi

Yapışma deneyi için, emprenye işlemi tamamlanan ağaç malzemeler 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmişlerdir. 5 mm kalınlığında 8 mm genişliğinde ve 400 mm uzunluğundaki kaplamalara $180-200$ gr/m² hesabıyla tutkal sürülmüştür. Kaplamalar presleme konumunda yerleştirildikten sonra pres basıncı 2 kg/cm², pres sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bekleme süresi 90 dakika uygulanarak yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra hazırlanan örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\%65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında belirtildikten sonra 5x10x150 mm boyutlarında kesilmişlerdir.

Örneklerin yapışma direnci BS EN 204 ve BS EN 205 standardında belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. 30 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak tutkal hattında üniversal test makinesinde koparılmaya çalışılmıştır.

Kopma anındaki maksimum kuvvet (F_{max}) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y);

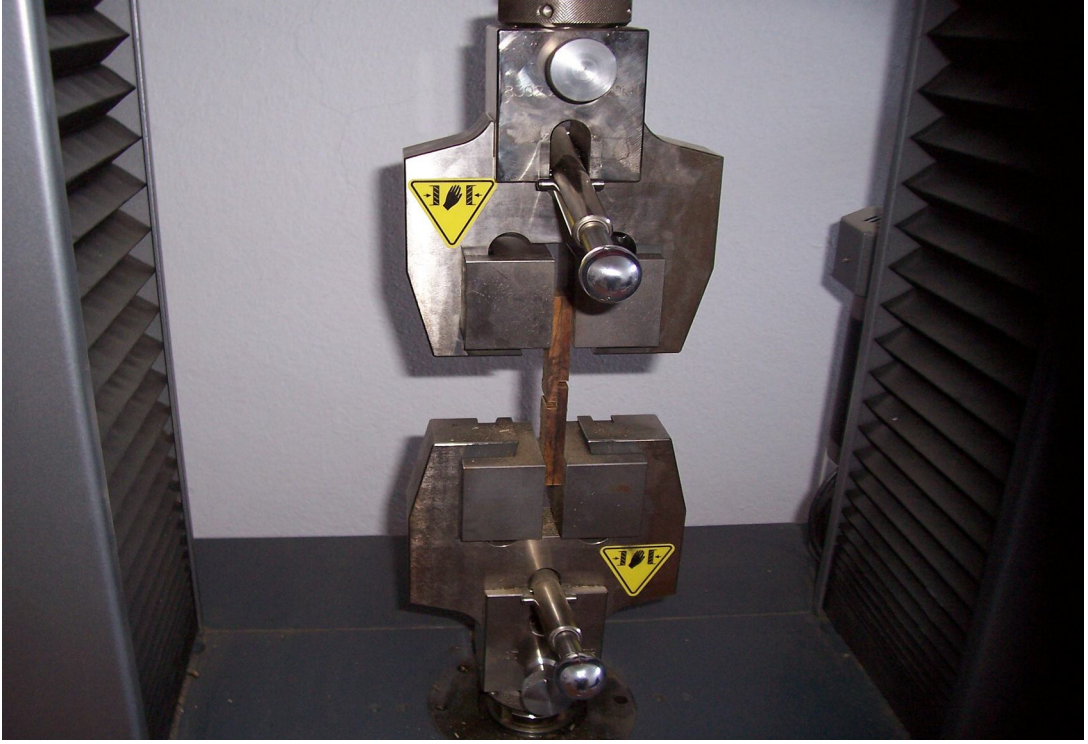
$$\sigma_y = \frac{F_{max}}{A} = \frac{F_{max}}{a \times b} \text{ N / mm}^2 \quad (2.8.)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada,

$a \times b$ = yapışma yüzey alanı (mm²)

Üniversal test makinesinde yapışma direnci deney örneği Şekil 2.5’de görülmektedir.



Şekil 2.5. Üniversal test makinesinde yapışma direnci

2.2.11. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada verilerin istatistiksel olarak değerlendirilmesi için SPSS paket programdan faydalanılmıştır. Çalışmada faktörlerin elde edilen sonuçlar üzerinde anlamlı olup olmadığını belirleyebilmek için varyans analizine başvurulmuştur. Anlamlı bulunan faktörler üzerinde, farklılığın boyutunu belirleyebilmek için Duncan testine başvurulmuştur. Ayrıca ortalama ve istatistiksel analizler içinde yine tanımlayıcı istatistiklerden faydalanılmıştır.

BÖLÜM 3

BULGULAR

3.1. Emprenye Maddeleri

Kavak, Ihlamur ve Kestane odunu örneklerinin emprenye edilmesi işlemlerinde kullanılan çözeltilerin özellikleri Çizelge 3.1’ de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deney örneklerinin emprenyesinde kullanılan çözeltilerin özellikleri (20°C).

Emprenye Maddesi	Çözücü Türü	Çözelti Konsantrasyonu (%)	pH		Yoğunluk(g/ml)	
			EÖ	ES	EÖ	ES
Boraks	DS	2.5	9,11	9,12	1,040	1,043
Borik Asit	DS	5	5,20	5,20	1,030	1,035
Boraks+Borik Asit	DS	5(50:50)	7,72	7,74	1,030	1,035
Diamonyum Fosfat	DS	5	7,80	8,20	1,070	1,096
Sodyum Silikat	DS	5	12,20	12,30	0,920	0,950
Çinko Klorür	DS	5	5,70	5,90	2,910	2,920
Amonyum Sülfat	DS	5	7,80	7,80	1,060	1,070

EÖ: Emprenye öncesi ES: Emprenye sonrası DS: Damıtık su

Bu sonuçlara göre, çözeltilerin emprenye öncesinde ve sonrasında ölçülen pH değerlerinde ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanmış olabilir.

3.2. Retensiyon (Tutunma) Miktarı (kg/m³)

Kavak, Kestane ve Ihlamur odunu örneklerinde çeşitli kimyasal maddelerle emprenye işlemi sonrası tespit edilen retensiyon miktarları Çizelge 3.2’ de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre retensiyon miktarı değerleri (kg/m³).

Retensiyon Miktarı (kg/m ³)						
Emprenye Maddesi	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	12,94	2,81	4,42	2,15	15,01	4,08
Borik Asit	11,9	3,22	6,79	1,79	18,38	4,26
Boraks+Borik Asit	16,16	2,51	6,89	1,24	20,33	0,59
Sodyum Silikat	16,19	2,65	4,89	1,17	18,65	1,81
Diamonyum Fosfat	16,74	1,60	8,62	2,04	20,01	1,25
Amonyum Sülfat	12,93	2,60	8,55	2,84	17,71	2,32
Çinko Klorür	14,34	2,80	8,22	2,28	17,57	3,25

Ortalamalar karşılaştırıldığında, en düşük retensiyon miktarı boraks ile emprenye edilen Kestane odunu örneklerinde elde edilmiştir. En yüksek retensiyon miktarı ise boraks+borik asit karışımı ile emprenye edilen Ihlamur odunu örneklerinde elde edilmiştir.

3.3. Tam Kuru Yoğunluk

Çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ve kontrol örneklerinin tam kuru yoğunluk değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.3’ de verilmektedir.

Çizelge 3.3. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre tam kuru yoğunluk değerleri (g/cm³)

Tam Kuru Yoğunluk (g /cm ³)						
Emprenye Maddesi	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	0,406	0,0450	0,557	0,0275	0,419	0,0550
Borik Asit	0,394	0,0279	0,561	0,0439	0,419	0,0448
Boraks+Borik Asit	0,388	0,0239	0,541	0,0268	0,417	0,0321
Sodyum Silikat	0,417	0,0163	0,561	0,0159	0,420	0,0427
Diamonyum Fosfat	0,405	0,0250	0,566	0,0275	0,431	0,0448
Amonyum Sülfat	0,398	0,0168	0,567	0,0439	0,424	0,0337
Çinko Klorür	0,405	0,0232	0,559	0,0288	0,436	0,0337
Kontrol	0,374	0,0183	0,540	0,0275	0,417	0,0499

Tam kuru yoğunluk üzerine emprenye maddelerinin ve odun türünün etkisi, çoklu varyans analizi ile irdelenmiştir. Çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.4’ de verilmiştir.

Çizelge 3.4. Emprenyeli odunun tam kuru yoğunluğu üzerine odun türü ve emprenye maddesi türünün etkilerine ait çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P<0,05)
Tür	1,248	2	0,624	574,815	0,001
Emprenye	0,018	7	0,003	2,345	0,025
Tür * Emprenye	0,01	14	0,001	0,681	0,791
Hata	0,235	216	0,001		
Toplam	52,203	240			
Genel Toplam	1,511	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, tam kuru yoğunluk değeri üzerine emprenye maddesi türünün etkisi ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca tam kuru yoğunluk değeri üzerine, emprenye maddesi ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemsiz olduğu belirlenmiştir. Tam kuru yoğunluk üzerine, emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.5 ve 3.6’ da verilmektedir.

Çizelge 3.5. Tam kuru yoğunluk değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türleri	Ortalama (g /cm ³)	Homojenlik Grubu
Kestane	0,561	A
Ihlamur	0,420	B
Kavak	0,398	C

Çizelge 3.6. Emprenye maddelerinin tam kuru yoğunluk değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye Maddeleri	Ortalama (g /cm ³)	Homojenlik Grubu
Çinko Klorür	0,466	A
Amonyum Sülfat	0,464	AB
Sodyum Silikat	0,464	AB
Borik Asit	0,464	AB
Diamonyum Fosfat	0,464	AB
Boraks	0,463	AB
Boraks+Borik Asit	0,447	BC
Kontrol	0,443	C

Bu sonuçlara göre, Kestane odunu en yüksek tam kuru yoğunluk değerine sahip iken kavak odununun en düşük tam kuru yoğunluk değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Kontrol örneklerine göre boraks, diamonyum fosfat, borik asit, amonyum sülfat, sodyum silikat ve çinko klorür ile emprenye edilmiş örneklerin yoğunluk değerleri daha yüksektir. Boraks+Borik asit ile emprenye edilmiş odunun tam kuru yoğunluk değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır.

3.4. Hava Kuruşu Yoğunluk

Çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ve kontrol örneklerinin hava kuruşu yoğunluk değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.7’ de verilmektedir.

Çizelge 3.7. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre hava kuruşu yoğunluk değerleri (g/cm³)

Hava Kuruşu Yoğunluk (g/cm ³)						
Emprenye Maddesi	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	0,460	0,0580	0,630	0,0352	0,460	0,0660
Borik Asit	0,450	0,0349	0,640	0,0363	0,480	0,0544
Boraks+Borik Asit	0,430	0,0273	0,615	0,0363	0,465	0,0347
Sodyum Silikat	0,470	0,0221	0,665	0,0276	0,480	0,0673
Diamonyum Fosfat	0,460	0,0320	0,640	0,0353	0,490	0,0525
Amonyum Sülfat	0,460	0,0177	0,660	0,0447	0,480	0,0344
Çinko Klorür	0,460	0,0290	0,660	0,0340	0,500	0,0586
Kontrol	0,420	0,0199	0,610	0,0179	0,460	0,0737

Hava kuruşu yoğunluk değeri üzerine emprenye maddelerinin ve odun türünün etkisi, çoklu varyans analizi ile irdelenmiştir. Çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.8’ de verilmektedir.

Çizelge 3.8. Emprenyeli odunun hava kuruşu yoğunluk değeri üzerine odun türü ve emprenye maddesi türünün etkilerine ait çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Tür	1,65	2	0,82	3171,1	0,000
Emprenye	0,05	7	0,01	29,64	0,000
Tür * Emprenye	0,01	14	0,01	4,05	0,000
Hata	0,06	216	0,01		
Toplam	67,21	240			
Genel Toplam	1,77	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, hava kurusu yoğunluk üzerine empenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca hava kurusu yoğunluk üzerine, empenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Hava kurusu yoğunluk değeri üzerine empenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.9 ve 3.10’ da verilmektedir.

Çizelge 3.9. Hava kurusu yoğunluk değerleri üzerine ağaç türlerinin üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türleri	Ortalama (g /cm ³)	Homojenlik Grubu
Kestane	0,639	A
Ihlamur	0,476	B
Kavak	0,452	C

Çizelge 3.10. Emprenye maddelerinin hava kurusu yoğunluk değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye Maddeleri	Ortalama (g /cm ³)	Homojenlik Grubu
Çinko Klorür	0,539	A
Sodyum Silikat	0,538	A
Amonyum Sülfat	0,533	AB
Diamonyum Fosfat	0,530	B
Borik Asit	0,523	C
Boraks	0,517	C
Kontrol	0,504	D
Boraks+Borik Asit	0,503	D

Bu sonuçlara göre, Kestane odunu en yüksek hava kurusu yoğunluk değerine sahipken kavak odununun en düşük hava kurusu yoğunluk değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, boraks, diamonyum fosfat, borik asit, amonyum sülfat, sodyum silikat ve çinko klorür ile empenye edilmiş odunun hava kurusu yoğunluk değerleri kontrol örneklerinden daha yüksektir. Boraks+Borik asit ile empenye edilmiş odunun hava kurusu yoğunluk değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır.

3.5. Isı İletkenlik Değerleri

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kavak, Kestane ve Ihlamur odunlarının ısı iletkenlik değerlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.11’ de verilmektedir.

Çizelge 3.11. Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş odun türlerinin emprenye maddelerine göre ısı iletkenliği değerleri (Kcal/mh °C)

Isı İletkenlik Değerleri (Kcal/mh °C)						
Emprenye Maddesi	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	0,111	0,0055	0,162	0,0031	0,181	0,0038
Borik Asit	0,107	0,0036	0,165	0,0085	0,179	0,0062
Boraks+Borik Asit	0,107	0,0036	0,165	0,0094	0,172	0,0066
Sodyum Silikat	0,112	0,0049	0,158	0,0046	0,174	0,0053
Diamonyum Fosfat	0,115	0,0038	0,165	0,0054	0,172	0,0039
Amonyum Sülfat	0,107	0,0047	0,164	0,0048	0,171	0,0041
Çinko Klorür	0,106	0,0027	0,165	0,0092	0,169	0,0082
Kontrol	0,088	0,0054	0,132	0,0031	0,111	0,0066

Isı iletkenliği üzerine emprenye maddelerinin ve odun türünün etkisi, çoklu varyans analizi ile irdelenmiştir. Çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.12’ de verilmektedir.

Çizelge 3.12. Emprenyeli odunun ısı iletkenliği üzerine odun türü ve emprenye maddesi türünün etkilerine ait çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Tür	0,172	2	0,086	1530,417	0,000
Emprenye	0,041	7	0,006	103,904	0,000
Tür * Emprenye	0,01	14	0,001	13,061	0,000
Hata	0,012	216	0		
Toplam	5,239	240			
Genel Toplam	0,236	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, ısı iletkenliği üzerine emprenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca ısı iletkenliği üzerine, emprenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye maddelerinin ısı iletkenliği üzerine etkisi ağaç türleri bazında ele alınmıştır. Isı iletkenliği üzerine emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.13 ve 3.14’ de verilmektedir.

Çizelge 3.13. Isı iletkenliği değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Ağaç Türleri	Ortalama(kcal/mh°C)	Homojenlik Grubu
Ihlamur	0,166	A
Kestane	0,160	B
Kavak	0,106	C

Çizelge 3.14. Emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları.

Emprenye Maddeleri	Ortalama(kcal/mh°C)	Homojenlik Grubu
Borik Asit	0,153	A
Boraks	0,151	AB
Diamonyum Fosfat	0,150	ABC
Sodyum Silikat	0,147	BCD
Boraks+Borik Asit	0,147	BCD
Amonyum Sülfat	0,147	CD
Çinko Klorür	0,146	D
Kontrol	0,110	E

Bu sonuçlara göre, Ihlamur odunu en yüksek ısı iletkenliği değerine sahip iken kavak odununun en düşük ısı iletkenliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, tüm emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri kontrol örneklerinden yüksek çıkmıştır. Böylece kullanılan tüm emprenye maddelerinin ağaç malzemenin ısı iletkenliği değerlerini arttırdığı belirlenmiştir.

3.5.1. Kavak Odunu Isı İletkenlik Değerleri

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak odununun, ısı iletkenliği üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.15’ de verilmektedir.

Çizelge 3.15. Kavak odununda empenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri $P \leq 0,05$
Gruplar arası	0,005	7	0,0007	25,322	0,000
Grup içi	0,002	72	0,0001		
Toplam	0,916	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, ısı iletkenliği üzerine empenye maddesinin etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Isı iletkenliği üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.16’ da verilmektedir.

Çizelge 3.16. Kavak odununda empenye maddelerinin ısı iletkenliği üzerine etkisine ilişkin yapılan Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama(kcal/mh°C)	Homojenlik Grubu
Diamonyum Fosfat	0,115	A
Sodyum Silikat	0,112	A
Boraks	0,111	AB
Amonyum Sülfat	0,107	BC
Borik Asit	0,107	BC
Boraks+Borik Asit	0,107	BC
Çinko Klorür	0,106	C
Kontrol	0,088	D

Bu sonuçlara göre, çeşitli empenye maddeleriyle empenye edilmiş ağaç malzemenin ısı iletkenlik değerleri kontrol örneklerinden yüksek çıkmıştır. Böylece kavak odununda kullanılan tüm empenye maddelerinin ısı iletkenliği değerlerini artırdığı belirlenmiştir. En yüksek ısı iletkenlik değeri diamonyum fosfat ile elde edilmiştir.

3.5.2. Kestane Odunu Isı İletkenlik Değerleri

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kestane odununun, ısı iletkenliği değerleri üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.17' de verilmektedir.

Çizelge 3.17. Kestane odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri $P \leq 0,05$
Gruplar arası	0,011	7	0,0015	21,934	0,000
Grup içi	0,005	72	0,0001		
Toplam	2,075	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, ısı iletkenliği üzerine emprenye maddesinin etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Isı iletkenliği üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.18' de verilmektedir.

Çizelge 3.18. Kestane odununda ısı iletkenliği değerleri üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama(kcal/mh°C)	Homojenlik Grubu
Borik Asit	0,174	A
Diamonyum Fosfat	0,165	B
Çinko Klorür	0,165	B
Boraks+Borik Asit	0,165	B
Amonyum Sülfat	0,164	B
Boraks	0,162	B
Sodyum Silikat	0,158	B
Kontrol	0,132	C

Bu sonuçlara göre, çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ağaç malzemenin ısı iletkenlik değerleri kontrol örneklerinden yüksek çıkmıştır. Böylece Kestane odununda kullanılan tüm emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerlerini arttırdığı belirlenmiştir. En yüksek ısı iletkenlik değeri borik asit ile elde edilmiştir.

3.5.3. Ihlamur Odunu Isı İletkenlik Değerleri

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Ihlamur odunun, ısı iletkenliği değerleri üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.19. da verilmektedir.

Çizelge 3.19. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri $P \leq 0,05$
Gruplar arası	0,035	7	0,005	21,934	0,000
Grup içi	0,005	72	0,0001		
Toplam	0,005	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, ısı iletkenliği üzerine emprenye maddesinin etkisi istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Isı iletkenliği üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.20' de verilmektedir.

Çizelge 3.20. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama(kcal/mh°C)	Homojenlik Grubu
Boraks	0,181	A
Borik Asit	0,179	AB
Sodyum Silikat	0,174	ABC
Boraks+Borik Asit	0,172	BC
Diamonyum Fosfat	0,172	BC
Amonyum Sülfat	0,171	C
Çinko Klorür	0,169	D
Kontrol	0,111	E

Bu sonuçlara göre, tüm emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ağaç malzemenin ısı iletkenlik değerleri kontrol örneklerinden yüksek çıkmıştır. Böylece Ihlamur odununda kullanılan tüm emprenye maddelerinin ısı iletkenliği değerlerini artırdığı belirlenmiştir. En yüksek ısı iletkenlik değeri boraks ile elde edilmiştir.

3.6. Eğilme Direncinde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak, Kestane ve Ihlamur odunlarının eğilme dirençlerine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.21’de verilmektedir.

Çizelge 3.21. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre eğilme direnci değerleri (N/mm²).

Eğilme Direnci Değerleri (N/mm ²).						
Emprenye	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	37,13	4,16	61,24	14,59	33,35	2,67
Borik Asit	41,33	6,69	66,74	8,05	34,8	6,27
Boraks+Borik Asit	44,46	8,27	64,66	9,58	46,47	12,51
Sodyum Silikat	43,20	6,38	64,72	10,35	53,60	10,70
Diamonyum Fosfat	39,21	7,74	55,03	9,54	44,90	7,68
Amonyum Sülfat	38,18	7,80	58,13	10,46	52,39	6,25
Çinko Klorür	39,89	6,24	69,64	11,56	57,15	10,28
Kontrol	55,86	3,21	77,57	6,58	61,86	13,7

Eğilme direnci üzerine empenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.22’ de verilmektedir.

Çizelge 3.22. Ağaç malzemenin eğilme direnci değerleri üzerine odun türü ve empenye maddelerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Tür	21517,02	2	10758,51	135,63	0,000
Emprenye	9273,7	7	1324,81	16,7	0,000
Tür * Emprenye	3917,36	14	279,81	3,53	0,000
Hata	17133,47	216	79,32		
Toplam	694063,3	240			
Genel Toplam	51841,56	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, eğilme direnci üzerine emprenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca eğilme direnci üzerine, emprenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisi ağaç türleri bazında ele alınmıştır. Eğilme direnci üzerine emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.23 ve 3.24’ de verilmektedir.

Çizelge 3.23. Eğilme direnci değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Ağaç Türleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kestane	64,7	A
Ihlamur	48,0	B
Kavak	42,4	C

Çizelge 3.24. Emprenye maddelerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	65,0	A
Çinko Klorür	55,5	B
Sodyum Silikat	53,8	BC
Boraks+Borik Asit	51,8	BCD
Amonyum Sülfat	49,5	CDE
Borik Asit	47,6	DEF
Diamonyum Fosfat	46,3	EF
Boraks	43,9	F

Bu sonuçlara göre, Kestane odunu en yüksek eğilme direnci değerine sahipken kavak odununun en düşük eğilme direnci değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, tüm emprenye maddelerinin eğilme direnci değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece kullanılan tüm emprenye maddelerinin eğilme direnci değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. En düşük eğilme direnci değeri boraks ile elde edilmiştir.

3.6.1. Kavak Odunun Eğilme Direncinde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak odunun, eğilme direnci üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.25’ de verilmektedir.

Çizelge 3.25. Kavak odununda empenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	2491,35	7	355,91	8,35	0,000
Grup içi	3070,09	72	42,64		
Toplam	149441,61	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, eğilme direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci etkisi üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.26’ da verilmektedir.

Çizelge 3.26. Kavak odununda empenye maddelerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	55,8	A
Boraks+Borik Asit	44,4	B
Sodyum Silikat	43,2	BC
Borik Asit	41,3	BC
Çinko Klorür	39,8	BC
Diamonyum Fosfat	39,2	BC
Amonyum Sülfat	38,1	BC
Boraks	37,1	C

Bu sonuçlara göre, çeşitli empenye maddeleriyle empenye edilmiş ağaç malzemenin eğilme direnci değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece Kavak odununda kullanılan tüm empenye maddelerinin eğilme direnci değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. En düşük eğilme direnci değeri boraks ile elde edilmiştir.

3.6.2. Kestane Odunun Eğilme Direncinde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kestane odunun, eğilme direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.27' de verilmektedir.

Çizelge 3.27. Kestane odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	3427,94	7	489,71	4,59	0,000
Grup içi	7683,55	72	106,72		
Toplam	346163,04	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, eğilme direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.28' de verilmektedir.

Çizelge 3.28. Kestane odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	77,5	A
Çinko Klorür	69,6	AB
Borik Asit	66,7	BC
Sodyum Silikat	64,7	BCD
Boraks+Borik Asit	64,6	BCD
Boraks	61,2	BCD
Amonyum Sülfat	58,1	CD
Diamonyum Fosfat	55,0	D

Bu sonuçlara göre, boraks, diamonyum fosfat, borik asit, amonyum sülfat, boraks+borik ve sodyum silikat ile emprenye edilmiş odunun eğilme direnci kontrol örneklerinden daha düşüktür. Çinko klorür ile emprenye edilmiş odunun eğilme direnci değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük eğilme direnci değeri di amonyum fosfat ile elde edilmiştir.

3.6.3. Ihlamur Odunun Eğilme Direncinde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Ihlamur odunun eğilme direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.29’ da verilmektedir.

Çizelge 3.29. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	7271,77	7	1038,82	11,72	0,000
Grup içi	6379,84	72	88,61		
Toplam	198458,65	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, eğilme direnci üzerine odun türünün etkisinin 0.001 anlam düzeyinde önemli olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.30’ da verilmektedir.

Çizelge 3.30. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin eğilme direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	61,8	A
Çinko Klorür	57,1	AB
Sodyum Silikat	53,6	ABC
Amonyum Sülfat	52,3	CD
Boraks+Borik Asit	46,4	C
Diamonyum Fosfat	44,8	C
Borik Asit	34,7	D
Boraks	33,3	D

Bu sonuçlara göre, boraks, diamonyum fosfat, borik asit, amonyum sülfat ve boraks+borik ile emprenye edilmiş odunun eğilme direnci kontrol örneklerinden daha düşüktür. Sodyum silikat ve çinko klorür ile emprenye edilmiş odunun eğilme direnci değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük eğilme direnci değeri boraks ile elde edilmiştir.

3.7. Elastikiyet Modülünde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak, Kestane ve Ihlamur odunlarının elastikiyet modülüne ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.31’ de verilmektedir.

Çizelge 3.31. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Elastikiyet Modülü Değerleri (N/mm ²)						
Emprenye	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	3278,87	827,17	7229,48	1981,49	1921,73	743,72
Borik Asit	3868,54	990,80	8235,80	1363,54	2569,63	1238,64
Boraks+Borik Asit	4429,53	1115,88	7732,82	2052,59	4835,58	2495,36
Sodyum Silikat	3954,72	1073,00	7552,68	1318,25	5884,85	1838,91
Diamonyum Fosfat	3158,28	1771,01	6350,33	1761,44	4524,22	1604,56
Amonyum Sülfat	2975,40	1358,26	6520,78	1243,88	5488,36	1216,60
Çinko Klorür	3396,00	1033,53	8490,65	1558,68	6263,83	1201,91
Kontrol	5091,28	535,17	7729,76	1093,80	6117,76	1802,61

Elastikiyet modülü üzerine empenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.32’ de verilmektedir.

Çizelge 3.32. Ağaç malzemenin elastikiyet modülü değerleri üzerine odun türü ve empenye maddelerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri P≤0,05
Tür	596451778	2	298225889	140,74	0,000
Emprenye	118596861	7	16942408,73	8	0,000
Tür * Emprenye	145223451	14	10373103,66	4,9	0,000
Hata	457695250	216	2118959,49		
Toplam	8102126198	240			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, elastikiyet modülü üzerine emprenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca elastikiyet modülü üzerine, emprenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisi ağaç türleri bazında ele alınmıştır. Elastikiyet modülü üzerine, emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.33 ve 3.34’ de verilmektedir.

Çizelge 3.33. Elastikiyet modülü değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Ağaç Türleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kestane	7480,28	A
Ihlamur	4700,74	B
Kavak	3769,07	C

Çizelge 3.34. Emprenye maddelerinin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	6312,93	A
Çinko Klorür	6050,16	A
Sodyum Silikat	5797,41	A
Boraks+Borik Asit	5665,97	AB
Amonyum Sülfat	4994,84	BC
Borik Asit	4891,32	CDE
Diamonyum Fosfat	4677,61	DE
Boraks	4143,35	E

Bu sonuçlara göre, Kestane odununun en yüksek, Kavak odununun ise en düşük elastikiyet modülü değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, çinko klorür ve sodyum silikat kontrolle aynı grupta yer almaktadır. Diğer emprenye maddeleri kontrolden düşük çıkmıştır. En düşük sonuç boraks ile elde edilmiştir.

3.7.1. Kavak Odunun Elastikiyet Modülünde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kavak odunun, elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.35’ de verilmektedir.

Çizelge 3.35. Kavak odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	36112539,22	7	5158934,17	3,97	0,000
Grup içi	93585295,89	72	1299795,78		
Toplam	1266172848	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, elastikiyet modülü üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.36’ da verilmektedir.

Çizelge 3.36. Kavak odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	5091,27	A
Boraks+Borik Asit	4429,53	AB
Sodyum Silikat	3954,71	BC
Borik Asit	3868,53	BC
Çinko Klorür	3396,00	BC
Boraks	3278,86	C
Diamonyum Fosfat	3158,28	C
Amonyum Sülfat	2975,40	C

Bu sonuçlara göre, amonyum sülfat, diamonyum sülfat, boraks, çinko klorür, borik asit ve sodyum silikat ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü kontrol örneklerinden daha düşüktür. Boraks+Borik asit ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük değeri amonyum sülfat vermiştir.

3.7.2. Kestane Odunun Elastikiyet Modülünde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kestane odunun, elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.37' de verilmektedir.

Çizelge 3.37. Kestane odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	39832424,91	7	5690346,416	2,274751	0,038
Grup içi	180109834,7	72	2501525,482		
Toplam	4696317598	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, elastikiyet modülü üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.38' de verilmektedir.

Çizelge 3.38. Kestane odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	8490,64	A
Çinko Klorür	8235,80	AB
Sodyum Silikat	7732,82	AB
Amonyum Sülfat	7729,75	AB
Boraks+Borik Asit	7552,67	AB
Diamonyum Fosfat	7229,47	AB
Borik Asit	6520,77	B
Boraks	6350,33	B

Bu sonuçlara göre, boraks ve borik asit ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü kontrol örneklerinden daha düşüktür. Amonyum sülfat, boraks, çinko klorür, sodyum silikat, boraks+borik asit ve diamonyum fosfat ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük değer boraks ile elde edilmiştir.

3.7.3. Ihlamur Odunun Elastikiyet Modülünde Meydana Gelen Değişmeler

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Ihlamur odunun, elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.39' da verilmektedir.

Çizelge 3.39. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	187875348,2	7	26839335,46	10,5	0,000
Grup içi	184000119,3	72	2555557,213		
Toplam	2139635752	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, elastikiyet modülü üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet modülü üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.40' da verilmektedir.

Çizelge 3.40. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	6381,73	A
Çinko Klorür	6263,83	AB
Sodyum Silikat	5884,85	AB
Amonyum Sülfat	5488,35	AB
Boraks+Borik Asit	4835,57	AB
Diamonyum Fosfat	4524,22	B
Borik Asit	2569,63	C
Boraks	1921,72	C

Bu sonuçlara göre, boraks, borik asit ve diamonyum fosfat ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü kontrol örneklerinden daha düşüktür. Amonyum sülfat, boraks, çinko klorür, sodyum silikat, boraks+borik asit ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük değer boraks ile elde edilmiştir.

3.8. Liflere Paralel Basınç Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak, Kestane ve Ihlamur odunlarının liflere paralel basınç direncine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.41’ de verilmektedir.

Çizelge 3.41. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre basınç direnci değerleri (N/mm²)

Liflere Paralel Basınç Direnci (N/mm ²)						
Emprenye	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	37,71	3,58	45,04	8,91	32,63	6,35
Borik Asit	35,46	2,72	41,45	4,57	33,15	6,28
Boraks+ Borik Asit	37,50	3,30	42,83	6,23	35,74	3,75
Sodyum Silikat	29,70	2,39	42,03	5,92	27,82	6,85
Diamonyum Fosfat	29,90	1,73	40,88	6,39	30,29	4,54
Amonyum Sülfat	28,68	2,18	38,49	2,92	30,16	2,67
Çinko Klorür	28,80	4,26	33,39	4,17	30,67	6,12
Kontrol	31,14	2,64	38,70	3,23	36,55	4,33

Liflere paralel basınç direnci üzerine empenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.42’ de verilmektedir.

Çizelge 3.42. Liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine odun türü ve empenye maddelerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F(Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Tür	3508,02	7	1754,01	77,16	0,000
Emprenye	1694,76	2	242,11	10,65	0,000
Tür * Emprenye	846,35	14	60,45	2,66	0,001
Hata	4910,23	216	22,73		
Toplam	30404,98	240			
Genel Toplam	10959,36	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, liflere paralel basınç direnci üzerine emprenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca liflere paralel basınç direnci üzerine, emprenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisi ağaç türleri bazında ele alınmıştır. Liflere paralel basınç direnci üzerine, emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.43 ve 3.44’ de verilmektedir.

Çizelge 3.43. Liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Ağaç Türleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kestane	40,35	A
Kavak	32,36	B
Ihlamur	32,12	C

Çizelge 3.44. Emprenye maddelerinin liflere paralel basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Boraks	38,69	A
Boraks+Borik Asit	38,46	A
Borik Asit	36,69	AB
Kontrol	35,46	BC
Diamonyum Sülfat	33,69	CD
Sodyum Silikat	33,18	CDE
Amonyum Sülfat	32,44	DE
Çinko Klorür	30,95	E

Bu sonuçlara göre, Kestane odunu en yüksek elastikiyet modülü değerine sahip olup Kavak ve Ihlamurun elastikiyet modülü değerleri benzerdir.

Ayrıca, çinko klorür ve amonyum sülfat ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci kontrol örneklerinden daha düşük, boraks+borik asit ve boraks ile emprenye edilmiş odunun elastikiyet modülü değerleri ise daha yüksektir. Borik asit, diamonyum fosfat ve sodyum silikat ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır.

3.8.1. Kavak Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kavak odunun, basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.45’ de verilmektedir.

Çizelge 3.45 Kavak odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	1053,75	7	150,54	17,29	0,000
Grup içi	626,85	72	8,71		
Toplam	85458,69	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, liflere paralel basınç direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.46’ da verilmektedir.

Çizelge 3.46. Kavak odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Boraks	37,71	A
Boraks+Borik Asit	37,50	A
Borik Asit	35,46	A
Kontrol	31,14	B
Sodyum Silikat	29,70	B
Diamonyum Fosfat	29,90	B
Çinko Klorür	28,80	B
Amonyum Sülfat	28,68	B

Bu sonuçlara göre, borik asit, boraks+borik asit ve boraks ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci kontrol örneklerinden daha yüksektir. Amonyum sülfat, sodyum silikat, diamonyum fosfat ve çinko klorür ile ise emprenye edilmiş odunun

basınç direnci değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır. En düşük değer amonyum sülfat ile elde edilmiştir.

3.8.2. Kestane Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kestane odunun, basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.47' de verilmektedir.

Çizelge 3.47. Kestane odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	869,57	7	124,22	3,96	0,001
Grup içi	2261,42	72	31,41		
Toplam	133383,22	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, liflere paralel basınç direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.48' de verilmektedir.

Çizelge 3.48. Kestane odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Boraks	45,04	A
Boraks+Borik Asit	42,83	AB
Diamonyum Fosfat	40,88	AB
Borik Asit	41,45	AB
Sodyum Silikat	42,03	AB
Kontrol	38,70	B
Amonyum Sülfat	38,49	B
Çinko Klorür	33,39	C

Bu sonuçlara göre, çinko klorür ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci kontrol örneklerinden daha düşük, boraks ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci

değerleri ise daha yüksektir. Sodyum silikat, borik asit, diamonyum fosfat ve boraks+borik asit basınç direnci değerleri ise kontrolle aynı grupta yer almaktadır.

3.8.3. Ihlamur Odunu Liflere Paralel Basınç Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Ihlamur odunun, basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.49' da verilmektedir.

Çizelge 3.49. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	617,8	7	88,26	3,14	0,006
Grup içi	2021,95	72	28,08		
Toplam	85199,07	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, liflere paralel basınç direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Liflere paralel basınç direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.50' de verilmektedir.

Çizelge 3.50. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin basınç direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları (N/mm²)

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	36,55	A
Boraks+Borik Asit	35,74	AB
Borik Asit	33,15	ABC
Boraks	32,63	ABCD
Çinko Klorür	30,67	BCD
Diamonyum Fosfat	30,29	CD
Amonyum Sülfat	30,16	CD
Sodyum Silikat	27,82	D

Bu sonuçlara göre, sodyum silikat, amonyum sülfat, çinko klorür ve diamonyum fosfat ile empenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri kontrol örneklerinden daha düşüktür. Boraks, borik asit ve boraks+borik asit ile empenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri ise kontrol örnekleri ile aynı grupta yer almaktadır. En düşük değer sodyum silikat ile elde edilmiştir.

3.9. Yapışma Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak, Kestane ve Ihlamur odunlarının yapışma direncine ait aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Çizelge 3.51’ de verilmektedir.

Çizelge 3.51. Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş odun türlerinin empenye maddelerine göre yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Yapışma Direnci (N/mm ²)						
Empenye	Odun Türü					
	Kavak		Kestane		Ihlamur	
	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma	Aritmetik Ort.	Standart Sapma
Boraks	6,18	2,06	3,35	0,59	3,95	0,98
Borik Asit	6,04	1,60	4,83	1,06	6,95	1,63
Boraks+Borik Asit	5,43	1,73	6,44	2,44	3,62	1,35
Sodyum Silikat	7,21	1,63	4,18	1,65	3,46	0,60
Diamonyum Fosfat	7,13	1,46	3,90	0,89	6,05	1,87
Amonyum Sülfat	6,90	1,24	4,19	1,16	5,16	1,34
Çinko Klorür	6,84	1,74	5,45	1,01	6,73	1,53
Kontrol	7,57	1,20	6,42	1,10	10,71	1,03

Yapışma direnci üzerine empenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 3.52’ de verilmektedir.

Çizelge 3.52. Ağaç malzemenin yapışma direnci değerleri üzerine odun türü ve emprenye maddelerinin etkisine ilişkin çoklu varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Tür	276,79	7	39,54	19,12	0,000
Emprenye	132,57	2	66,28	32,06	0,000
Tür * Emprenye	257,29	14	18,38	8,89	0,000
Hata	446,61	216	2,07		
Toplam	9127,58	240			
Genel Toplam	1113,26	239			

Çoklu varyans analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerine emprenye maddesi türü ve odun türünün etkisi istatistiksel olarak önemlidir. Ayrıca yapışma direnci üzerine, emprenye maddesi türü ile odun türünün etkileşimlerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkisi ağaç türleri bazında ele alınmıştır. Yapışma direnci üzerine, emprenye maddelerinin ve odun türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.53 ve 3.54’ de verilmektedir.

Çizelge 3.53. Yapışma direnci değerleri üzerine ağaç türlerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Ağaç Türleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kavak	6,66	A
Ihlamur	5,82	B
Kestane	4,84	C

Çizelge 3.54. Emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	8,23	A
Çinko Klorür	6,34	B
Borik Asit	5,94	BC
Diamonyum Fosfat	5,69	BCD
Amonyum Sülfat	5,42	CD
Boraks+Borik Asit	5,16	CDE
Sodyum Silikat	4,95	DE
Boraks	4,49	E

Bu sonuçlara göre, Kavak odununun en yüksek, Kestane odununun ise en düşük yapışma direnci değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, tüm empenye maddelerinin yapışma direnci değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece kullanılan tüm empenye maddelerinin ağaç malzemenin yapışma direnci değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Tüm odun türleri birlikte ele alındığında en düşük yapışma direnci değeri boraks ile elde edilmiştir.

3.9.1. Kavak Odunu Yapışma Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle empenye edilmiş Kavak odunun, yapışma direnci üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.55’ de verilmektedir.

Çizelge 3.55. Kavak odununda empenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	35,6	7	5,09	1,98	0,049
Grup içi	184,97	72	2,57		
Toplam	3772,48	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerine empenye maddesi türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yapışma direnci üzerine empenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.56’ da verilmektedir.

Çizelge 3.56. Kavak odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	7,57	A
Sodyum Silikat	7,21	A
Diamonyum Fosfat	7,13	A
Amonyum Sülfat	6,90	AB
Çinko Klorür	6,84	AB
Boraks	6,18	AB
Borik Asit	6,04	AB
Boraks+Borik Asit	5,43	B

Bu sonuçlara göre, boraks+borik asit ile emprenye edilmiş odunun yapışma direnci değerleri kontrol örneklerinden daha düşüktür. Sodyum silikat, amonyum sülfat, çinko klorür, diamonyum fosfat, Boraks ve borik asit ile emprenye edilmiş odunun yapışma direnci değerleri ise kontrol örnekleri ile aynı grupta yer almaktadır.

3.9.2. Kestane Odunu Yapışma Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş Kestane odunun, yapışma direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.57' de verilmektedir.

Çizelge 3.57. Kestane odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	93,71	7	13,39	7,37	0,000
Grup içi	130,74	72	1,82		
Toplam	2102,17	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yapışma direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.58' de verilmektedir.

Çizelge 3.58. Kestane odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik Grubu
Boraks+Borik Asit	6,44	A
Kontrol	6,42	A
Çinko Klorür	5,45	AB
Borik Asit	4,83	BC
Amonyum Sülfat	4,19	BCD
Sodyum Silikat	4,18	BCD
Diamonyum Fosfat	3,90	CD
Boraks	3,35	D

Bu sonuçlara göre, boraks, diamonyum fosfat, sodyum silikat, amonyum sülfat ve borik asit ile emprenye edilmiş odunun yapışma direnci değerleri kontrol örneklerinden daha düşüktür. Boraks + borik asit ve çinko klorür ile emprenye edilmiş odunun yapışma direnci değerleri ise kontrol örnekleri ile aynı grupta yer almaktadır. En düşük değer boraks ile elde edilmiştir.

3.9.3. Ihlamur Odunu Yapışma Direnci

Çeşitli kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ihlamur odunun, yapışma direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin basit varyans analiz sonuçları aşağıdaki Çizelge 3.59' da verilmektedir.

Çizelge 3.59 Ihlamur odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerine etkisine ilişkin basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F (Hesap)	P Değeri (P≤0,05)
Gruplar arası	404,77	7	57,82	31,8	0,000
Grup içi	130,91	72	1,82		
Toplam	3252,92	80			

Varyans analiz sonuçlarına göre, yapışma direnci üzerine odun türünün etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Yapışma direnci üzerine emprenye maddelerinin etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 3.60' da verilmektedir.

Çizelge 3.60. Ihlamur odununda emprenye maddelerinin yapışma direnci değerleri üzerine etkisine ilişkin Duncan testi sonuçları

Emprenye Maddeleri	Ortalama (N/mm²)	Homojenlik Grubu
Kontrol	10,7	A
Borik Asit	6,94	B
Çinko Klorür	6,72	B
Diamonyum Fosfat	6,04	BC
Amonyum Sülfat	5,16	C
Boraks	3,94	D
Boraks+Borik Asit	3,61	D
Sodyum Silikat	3,46	D

Bu sonuçlara göre, tüm emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ağaç malzemenin yapışma direnci değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece ihlamur odununda kullanılan tüm emprenye maddelerinin yapışma direnci değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. En düşük sonuçları sodyum silikat vermiştir.

3.10. Yanma Deneyleri

3.10.1. Kavak Odunu Yanma Sonucu Ağırlık Kaybı

Yanma deneyi sonrasında Kavak odununda ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 3.61’ de ve ağırlık kaybı üzerine, emprenye maddelerinin etkisi Şekil 3.1’ de verilmektedir.

Çizelge 3.61. Çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş Kavak odununda yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)

Emprenye Maddesi	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	Ağırlık kaybı (%)
Kontrol	76,34	6,98	90,86
Boraks	75,26	30,30	59,74
Borik Asit	71,41	22,45	68,56
Boraks-Borik Asit	73,00	25,70	64,79
Sodyum Silikat	80,91	20,51	74,65
Di Amonyum Fosfat	76,66	41,23	46,22
Amonyum Sülfat	76,21	32,03	57,97
Çinko Klorür	88,02	38,60	43,69

Bu sonuçlara göre, kontrol örnekleri ile kıyaslandığında çeşitli emprenye maddeleriyle emprenye edilmiş ağaç malzemenin ağırlık kaybı değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece Kavak odununda kullanılan tüm emprenye maddelerinin ağırlık kaybı değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Ağırlık kaybında en az düşüş (% 43,69) çinko klorürle elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Kavak odununda emprenye maddelerine göre ağırlık kayıpları

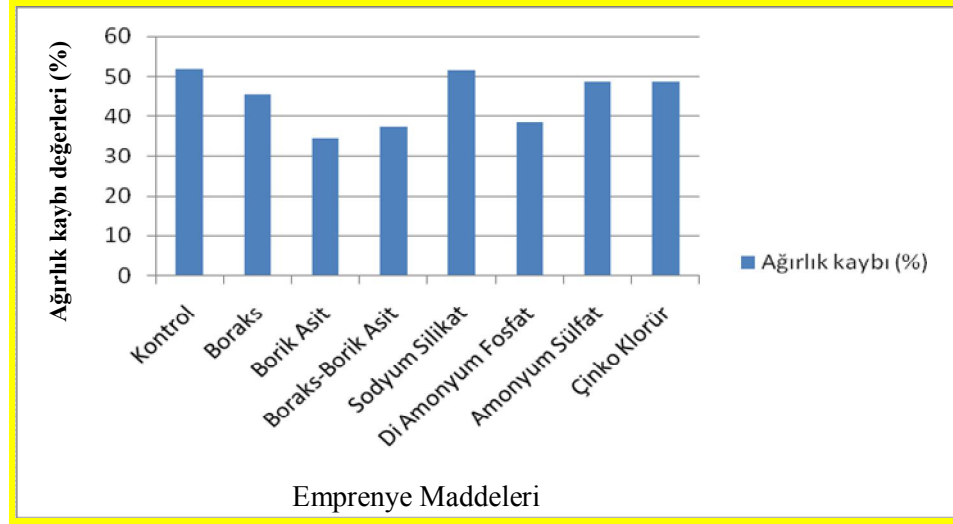
3.10.2. Kestane Odunu Yanma Sonucu Ağırlık Kaybı

Yanma deneyi sonrasında Kestane odununda ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 3.62' de ve ağırlık kaybı üzerine, emprenye maddelerinin etkisi Şekil 3.2' de verilmektedir.

Çizelge 3.62. Kestane odununda emprenye maddelerinin etkisi üzerine yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)

Emprenye Maddesi	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	Ağırlık kaybı (%)
Kontrol	91,85	45,24	51,74
Boraks	92,05	50,10	45,57
Borik Asit	92,80	60,97	34,30
Boraks-Borik Asit	97,26	60,97	37,31
Sodyum Silikat	102,64	50,23	51,36
Di Amonyum Fosfat	104,62	63,99	38,34
Amonyum Sülfat	106,80	55,00	48,50
Çinko Klorür	97,00	49,92	48,53

Bu sonuçlara göre, kontrol örnekleri ile kıyaslandığında çeşitli empenye maddeleriyle empenye edilmiş ağaç malzemenin ağırlık kaybı değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece Kestane odununda kullanılan tüm empenye maddelerinin ağırlık kaybı değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Ağırlık kaybında en az düşüş (% 34,30) borik asit ile elde edilmiştir.



Şekil 3.2. Kestane odununda empenye maddelerine göre ağırlık kayıpları

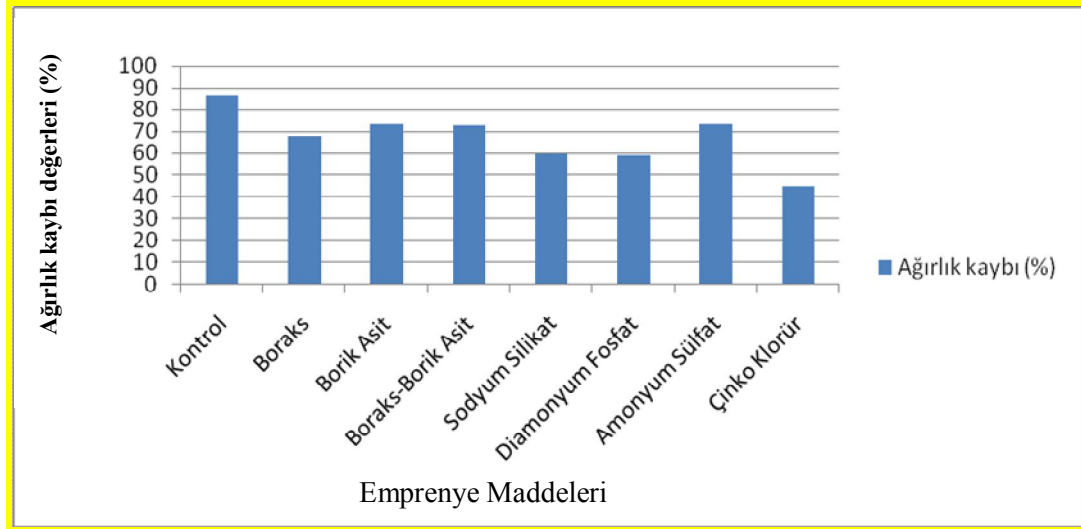
3.10.3. Ihlamur Odunu Yanma Sonucu Ağırlık Kaybı

Yanma deneyi sonrasında Ihlamur odununda ölçülen ağırlık kaybı ortalama değerleri Çizelge 3.63' de ve ağırlık kaybı üzerine, empenye maddelerinin etkisi Şekil 3.1' de verilmektedir.

Çizelge 3.63. Ihlamur odununda empenye maddelerinin etkisi üzerine yanma sonucu oluşan ağırlık kayıpları (%)

Empenye Maddesi	İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	Ağırlık kaybı (%)
Kontrol	82,66	11,19	86,46
Boraks	76,07	24,47	67,83
Borik Asit	84,64	22,63	73,26
Boraks-Borik Asit	83,72	22,87	72,68
Sodyum Silikat	75,13	30,52	59,38
Diamonyum Fosfat	82,77	34,12	58,78
Amonyum Sülfat	90,09	24,18	73,16
Çinko Klorür	86,48	47,60	44,96

Bu sonuçlara göre, kontrol örnekleri ile kıyaslandığında çeşitli empenye maddeleriyle empenye edilmiş ağaç malzemenin ağırlık kaybı değerleri kontrol örneklerinden düşük çıkmıştır. Böylece Ihlamur odununda kullanılan tüm empenye maddelerinin ağırlık kaybı değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir. Ağırlık kaybında en az düşüş (% 44,96) çinko klorürle elde edilmiştir.



Şekil 3.3. Ihlamur odununda empenye maddelerine göre ağırlık kayıpları

BÖLÜM 4

SONUÇLAR ve TARTIŞMA

4.1. Emprenye Maddeleri

Çözeltilerin emprenye öncesi ve sonrasında ölçülen pH değerleri ve yoğunluklarında önemli bir değişme olmamıştır. Bu durum her emprenye varyasyonunda taze çözeltiyle çalışmaktan kaynaklanabilir. Kullanılan emprenye maddelerinden borik asit ve çinko klorür asidik, diğerleri ise bazik özellik göstermiştir. Çözeltilerin asidik özellik göstermesi odundaki polisakkaritleri olumsuz etkilediği ve hidroliz olasılığını güçlendirdiği bildirilmektedir (Özçifçi, 2001).

4.2 Retensiyon Miktarı

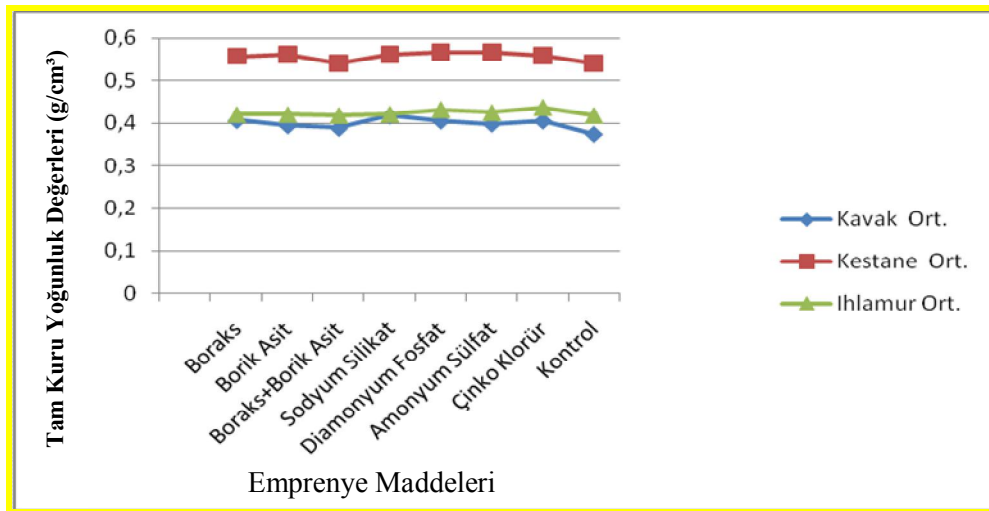
En düşük retensiyon miktarı Boraks ile emprenye edilen Kestane odunu örneklerinde elde edilmiştir. En yüksek retensiyon miktarı ise boraks+borik asit karışımı ile emprenye edilen Ihlamur odunu örneklerinde elde edilmiştir.

Literatürde, Sarıçam ve Kavak odunları 60 dk süreyle 760mm Hg⁻¹ ya eş değer ön vakum, 60 dakika süreyle 2 atmosfer basıncında çözelti içerisinde boraks, borik asit ve boraks+borik asit ile emprenye edilmiştir. Retensiyon miktarı Sarıçam odununda boraks ile (1,80 kg/m³), Borik asit de (1,96 kg/m³), Boraks+Borik asit karışımında ise (1,78 kg/m³) bulunmuştur. Kavak odununda ise Boraksta (1,65 kg/m³), Borik asit de (2,38 kg/m³), Boraks+Borik asit karışımında (1,92 kg/m³) değerleri bulunmuştur (Özçifçi, 2001). Bu değerler yaptığımız çalışmada daha yüksek çıkmıştır. Bu farklılık emprenye yönteminin farklı olmasından kaynaklanabilir.

Bu çalışmada Ihlamur ve Kavak odununun Kestane odununa göre daha yüksek retensiyon miktarına sahip olması, bu ağaç türlerinin trahe halka yapısının farklı olmasından kaynaklanabilir.

4.3. Tam Kuru Yoğunluk

Emprenye maddeleri tam kuru yoğunluk değerini arttırmıştır (Şekil 4.1). Odun türleri dikkate alındığında Kestane odunu en yüksek tam kuru yoğunluk değerine sahip iken kavak odununun en düşük tam kuru yoğunluk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerde tam kuru yoğunluk değerleri, en yüksek Kavakta sodyum silikat ile Kestanede amonyum sülfat ile Ihlamurda çinko klorür ile işlem gören örneklerde elde edilmiştir. En düşük ise Kavak ve Kestanede kontrol, Ihlamurda ise kontrol ve boraks+borik asitle işlem gören örneklerde elde edilmiştir.



4.1. Tam kuru yoğunluk (g/cm³)

Literatürde, Sarıçam ve Doğu kayını odunlarının çeşitli emprenye maddeleri ile işlem görmesi sonucu yoğunluklarında artış olduğu bildirilmektedir (Örs, Atar ve Peker, (1999).

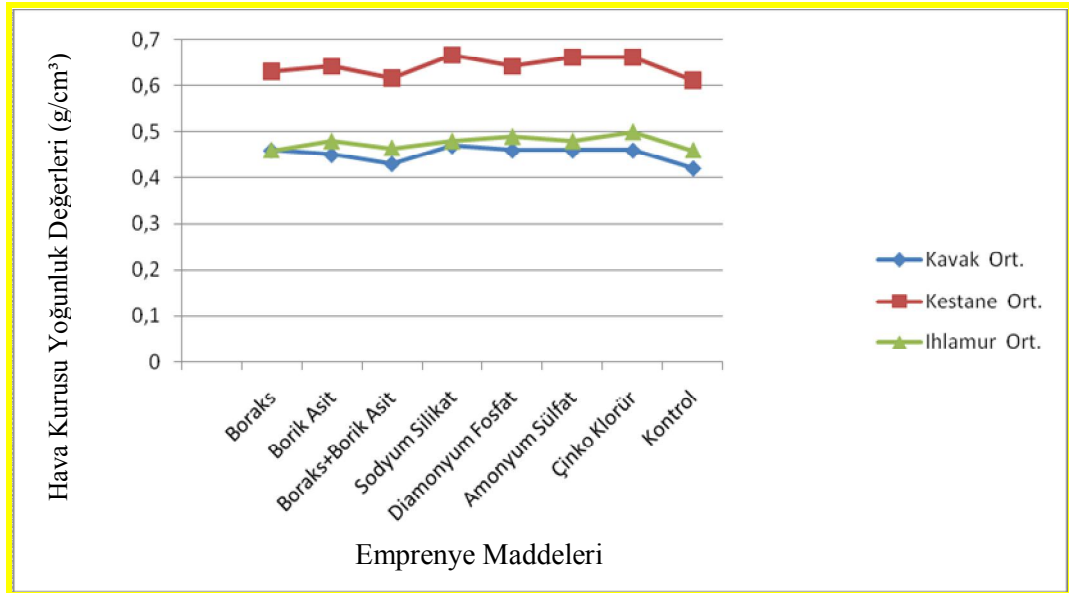
Örs, vd., (1998b), tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, emprenye işlemi ile tam kuru haldeki en yüksek yoğunluk, Kayın odununda borik asit+boraks+stiren ve

izosiyanat ile, Sarıçam odununda PEG- 400+borik asit+boraks ve izosiyanat ile elde edilmiştir.

Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin tam kuru yoğunluk değerlerinin farklılık göstermesi, ağaç malzemelerin anatomik yapısına bağlı olarak hava boşluğu oranı (porozite), yıllık halka genişliği ve emprenye maddesi çeşidinden kaynaklanmış olabilir.

4.4. Hava Kuru Yoğunluk

Emprenye maddeleri genel olarak ağaç malzemelerin hava kuru yoğunluk değerini arttırmıştır (Şekil 4.2) Ayrıca, odun türleri dikkate alındığında Kestane odunu en yüksek hava kuru yoğunluk değerine sahip iken kavak odununun en düşük hava kuru yoğunluk değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Emprenye edilmiş ağaç malzemelerin hava kuru yoğunluk değerleri en yüksek Kavak ve Kestanede sodyum silikat ile Ihlamurda çinko klorür ile elde edilmiştir. En düşük ise Kavakta ve Kestanede kontrol ile Ihlamurda ise boraks ve kontrol örnekleri ile elde edilmiştir.



Şekil 4.2.Hava kuru yoğunluk (g/cm³)

Örs, vd., (1998b), çeşitli kimyasal maddelerle emprenye işleminin ağaç malzeme ağırlığın da meydana getirdiği değişiklikleri azaltmak amacıyla gerçekleştirdikleri bir

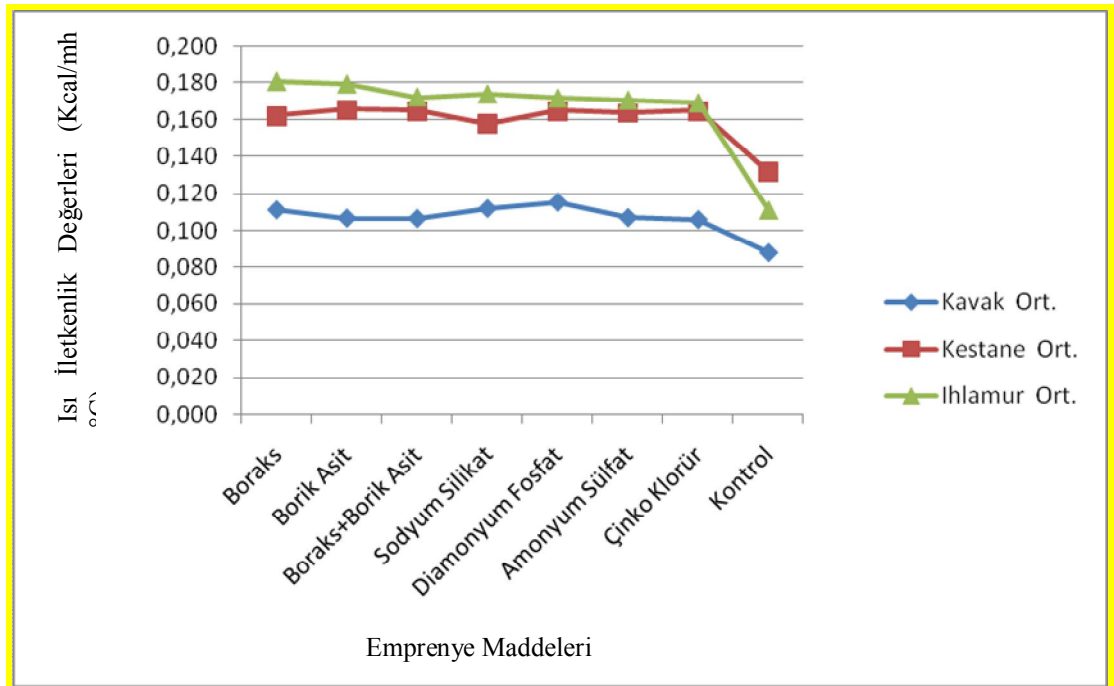
çalışmada; emprenye işleminden sonra hava kurusu yoğunluk en yüksek; kayın odununda stiren ve metil metakrilat ile, sarıçam odununda ise su itici maddelerin tek başına ve ikincil işlem olarak uygulanmasıyla gerçekleştiğini bildirmişlerdir.

Baysal, vd. (2004), borlu bileşikler ve su itici maddelerin cennet ağacı özgül ağırlığını artırdığını bildirmektedir.

Hava kurusu yoğunluk değerlerinin emprenye maddelerine ve ağaç türlerine göre değişim göstermesinin nedeni ağaç malzemenin kendi anatomik yapısına ve kullanılan kimyasal maddelerin özelliklerinin farklı olmasına bağlanabilir.

4.5. Isı İletkenlik Katsayısı

Tüm emprenye maddelerinin ısı iletkenliğini artırdığı gözlenmiştir (Şekil 4.3). Ayrıca, odun türleri dikkate alındığında Ihlamur odunu en yüksek, kavak odununun ise en düşük ısı iletkenliği değerine sahip olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3. Isı iletkenlik katsayısı (Kcal/mh °C)

Kavak odununun ısı iletkenliği katsayısının Ihlamur ve Kestaneden daha düşük çıkması ağaç malzeme yoğunluğuna ve buna bağlı olarak hava boşluğu miktarına bağlanabilir. Kavak odunun yoğunluğu Ihlamur ve Kestane odununa göre oldukça düşüktür, bu nedenle Kavak odunun hava boşluğu oranı diğerlerine göre oldukça yüksektir. Suleiman ve ark. (1999), hava boşluğu miktarı arttıkça ısı iletkenliğinin düştüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca, Tenwolde ve arkadaşları (1988), ağaç malzemenin yoğunluğunun ısı iletkenliğini artırdığını belirtmektedir.

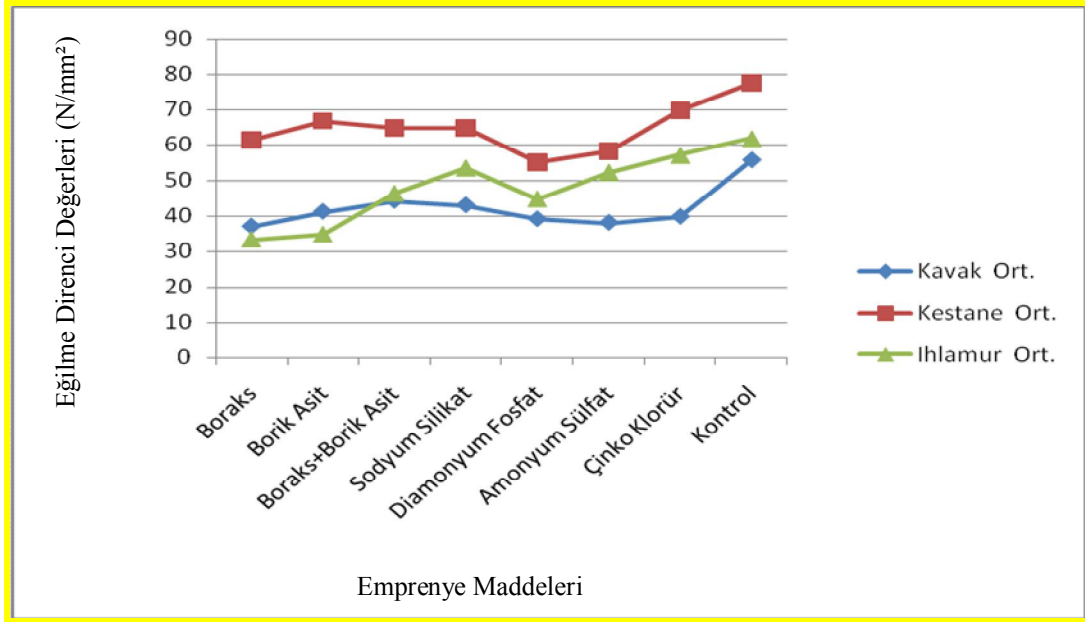
Emprenye maddelerinin ısı iletkenliğini arttırdığı belirlenmiştir (Şekil 4.3). Emprenyeli ağaç malzemenin yoğunlukları kontrol örneklerine oranla bir miktar daha yüksektir. Kontrol örneklerinde porozlar hava ile doludur, ancak emprenyeli örneklerde porozlar emprenye maddeleriyle doludur. Sonuçta hava boşluğu daha az olacağından ısı iletkenliği yükselebilir. Ayrıca, emprenyeli kestane odununun ısı iletkenliğinin emprenyeli Ihlamur odununa göre daha düşük olması bu durumu desteklemektedir. Çünkü Ihlamur odunun retensiyon oranı Kestane odununa göre daha yüksektir. Bu çalışmadaki sonuçlar literatürle uyumluluk göstermektedir. Şahin Kol ve ark. (2008) ve Couturier ve ark. (1996) hücre lümenindeki havanın daha iyi bir ısı iletkenliğine sahip maddeyle yer değiştirdiğinden ısı iletkenliğinin artacağını belirtmektedirler.

Tüm odun türleri birlikte ele alındığında en yüksek ısı iletkenliği sonuçları borik asit ile elde edilmiştir. Ancak odun türleri bazında incelendiğinde en yüksek ısı iletkenliği sonuçları, kavak odununda diamonyum fosfat, kestane odununda borik asit ve ıhlamur odununda ise boraks ile elde edilmiştir. Isı iletkenliği değerlerinin, odun türlerine göre farklılık göstermesi ağaç türü ile emprenye maddesi arasındaki etkileşimlerin farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

4.6. Eğilme Direnci

Kullanılan tüm emprenye maddelerinin eğilme direnci değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir (Şekil 4.4). Odun türleri birlikte ele alındığında eğilme direncini en fazla boraks emprenye maddesinin azalttığı belirlenmiştir.

Emprenye maddelerinin ve odun türünün birlikteki etkisinin de istatistiksel olarak önemli olduğu belirlenmiştir. Buna göre, emprenye maddelerinin eğilme direnci üzerine etkileri odun türüne göre değişiklik göstermektedir. En düşük eğilme direnci Kavak ve Ihlamur odununda boraks, Kestane odununda ise diamonyum fosfat ile elde edilmiştir.



Şekil 4.4.Eğilme direnci (N/mm²)

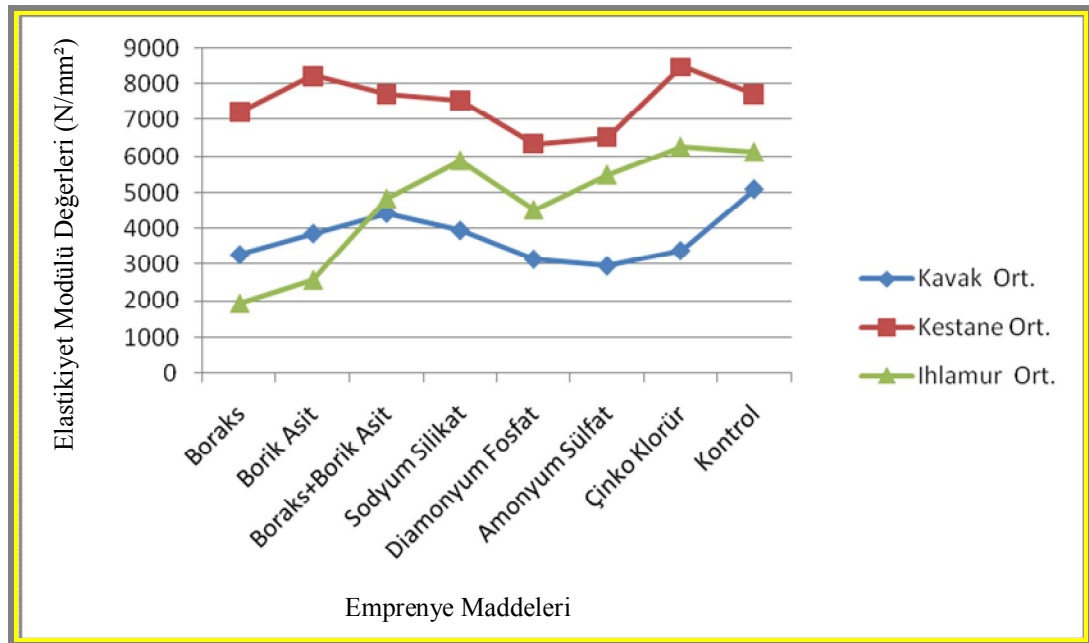
Yıldız ve ark.(2003), tarafından yapılan bir çalışmada Sarıçam odunun mekanik özellikleri üzerine bazı emprenye maddelerinin etkisi araştırılmış, % 2.8'lik Wolmanit CX-8 ve % 7'lik ACQ-1900 ile emprenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin arttığını, diğer kimyasallarla emprenye edilen örneklerin eğilme dirençlerinin ise değişmediği, yâda azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise, CCA emprenye maddesi çözeltisinin sarıçam odununun eğilme direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Buna göre CCA ile yapılan emprenye işleminin, eğilme direnci değerleri üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu belirlenmiştir (Kartal, 1998). Bu çalışmadaki sonuçlar literatürle karşılaştırıldığında, çalışmada kullanılan emprenye maddelerinin ve emprenye yönteminin eğilme direncini daha fazla etkilediği görülmüştür.

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

Gerhards (1970), yanmayı engelleyici bazı emprenye maddeleri ile işlem gören örneklerin eğilme direnci değerlerinin kontrol örneklerine oranla daha düşük düzeyde olduğunu bildirmiştir. Bu sonuç tezdeki sonuçlar ile uyumludur.

4.7. Elastikiyet Modülü

Kullanılan tüm emprenye maddelerinin elastikiyet modülü değerlerini düşürdüğü belirlenmiştir (Şekil 4.5). Odun türleri birlikte ele alındığında elastikiyet modülü değerini en fazla boraksın azalttığı belirlenmiştir. Ayrıca, emprenye maddelerinin elastikiyet modülü üzerine etkileri ağaç türüne göre değişiklik göstermektedir. Elastikiyet modülündeki en yüksek azalma Kestane ve Ihlamur odununda boraks ile ve Kavak odununda amonyum sülfat ile elde edilmiştir.



Şekil 4.5. Elastikiyet modülü (N/mm²)

Yıldız ve ark.(2003), tarafından yapılan bir çalışmada sarıçam odunun mekanik özellikleri üzerine bazı emprenye maddelerinin etkisi araştırılmış, %2.8'lik

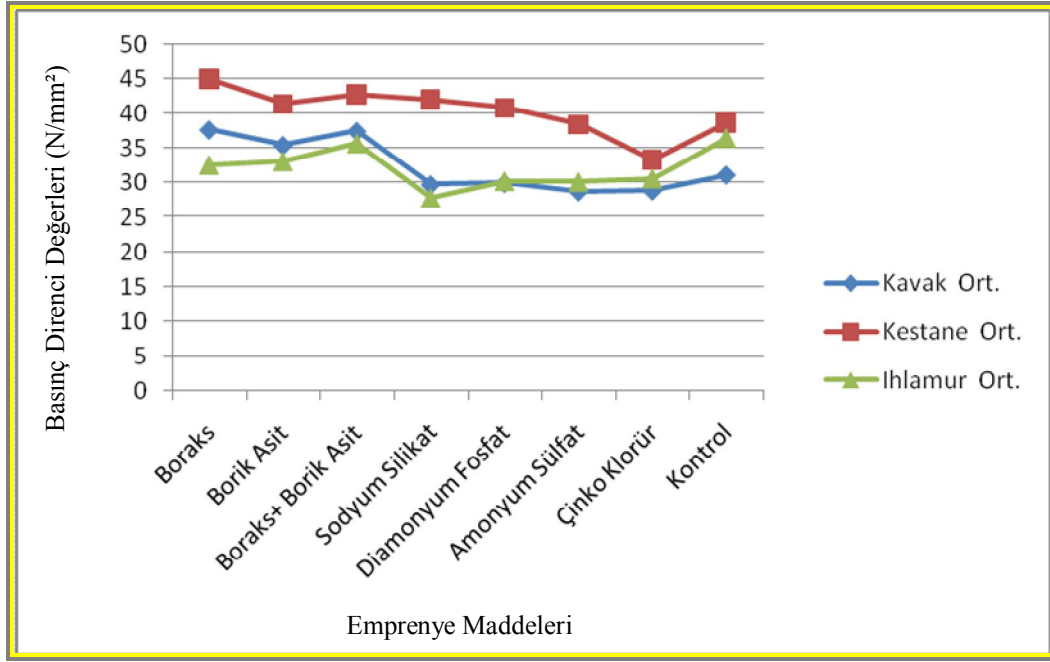
Wolmanit CX-8 ve %2'lik Tanalith E-3491 ile emprenye edilen örneklerde kontrol örneklerine göre elastikiyet modülünün arttığı fakat diğer kimyasallarla emprenye edilen örneklerde değişmediği yâda azaldığı tespit edilmiştir. Fakat bu sonuçlar istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Yapılan başka bir çalışmada ise, CCA emprenye maddesi çözeltisinin sarıçam odununun elastikiyet üzerine etkileri araştırılmıştır. Buna göre CCA ile yapılan emprenye işleminin, elastikiyet modülü değerleri üzerine etkisinin istatistiksel bakımdan önemsiz olduğu belirlenmiştir (Kartal, 1998).

Le Van ve Winandy (1990), Gerhards (1970) ve Winandy (1988), yangın geciktirici emprenye maddeleriyle muamele edilmiş ağaç malzemenin direnç özelliklerinin etkilenebileceğini ve bunun kullanılan kimyasalların yapısına (asidik ve bazik olması), emprenye yöntemine ve emprenye sonrasındaki kurutma sıcaklığına bağlı olarak değiştiğini belirtmektedirler. Gerhards (1970) ve Holmes (1977), yangın geciktiricilerin odunun elastikiyet modülü üzerindeki etkisinin, ağaç malzemenin emprenye sonrası açık havada yada fırında kurutulması durumunda daha farklı olduğunu ve açık havada kurutma sonucu bu azalma önemsiz iken fırın kurusu halde dirençteki azalmanın daha fazla olduğunu belirtmektedirler. Le Van ve Winandy (1990), ağaç malzemenin düşük konsantrasyondaki asitlere ve bazlara karşı genel olarak dirençli olduğunu, ancak güçlü asitlere karşı hassas olduğunu, özellikle pentozan miktarı fazla olan odun türlerinde asitlerin etkisinin daha fazla görüldüğünü belirtmektedirler. Pentozan miktarı ile eğilme direnci arasında doğrusal bir ilişki vardır. Asidik yangın geciktiriciler glukoz ünitelerinin dehidrasyonunu katalize ederler ve selülozun depolimerizasyonuna neden olurlar. Böylece odunun lif ağ yapısı degradasyona uğradığından direnç özellikleri azalır (Le Van ve Winandy, 1990).

Ayrıca bu çalışmada kullanılan inorganik tuzların diamonyum fosfat, boraks, borik asit, amonyum sülfat, çinko klorür ve bunların kombinasyonlarının higroskopik olduğu ve odunlarda mevcudiyetleri durumunda odundaki rutubet miktarında artışa neden olacakları belirtilmektedir. Bütün direnç özellikleri higroskopik sınırlarda rutubet adsorpsiyonuyla birlikte azalacağından, bu inorganik tuzlarla muamele sonucu direnç özelliklerinin azalabileceği belirtilmektedir (Bentsen, 1966).

4.8. Liflere Paralel Basınç Direnci

Odun türleri dikkate alındığında Kestane odunu en yüksek basınç direnci değerine sahip olup Kavak ve Ihlamurun basınç direnci değerleri benzerdir. Emprenye maddeleri basınç direncini etkilemektedir (Şekil 4.6). En yüksek basınç direnci boraks, en düşük basınç direnci çinko klorür ile elde edilmiştir.



Şekil 4.6. Basınç direnci (N/mm²)

Emprenye maddelerinin basınç direnci üzerine etkileri ağaç türüne göre değişiklik göstermektedir. Kavak odununda boraks, borik asit ve boraks+borik asit ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci kontrol örneklerinden daha yüksek, diğerleri kontrol örnekleri ile benzer özelliklere sahiptir. Kestane odununda boraks ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri kontrol örneklerinden daha yüksek, çinko klorür ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci ise kontrol örneklerinden daha düşüktür. Diğerleri ise kontrol örnekleri ile benzer özelliklere sahiptir. Ihlamur odununda ise boraks, borik asit ve boraks+borik asit ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri kontrol örnekleri ile benzer özelliklere sahip iken, sodyum silikat, amonyum sülfat, çinko klorür ve diamonyum fosfat ile emprenye edilmiş odunun basınç direnci değerleri ise kontrol örneklerinden daha düşüktür. Genel olarak, tüm odun türlerinde borlu bileşiklerin ve bunların

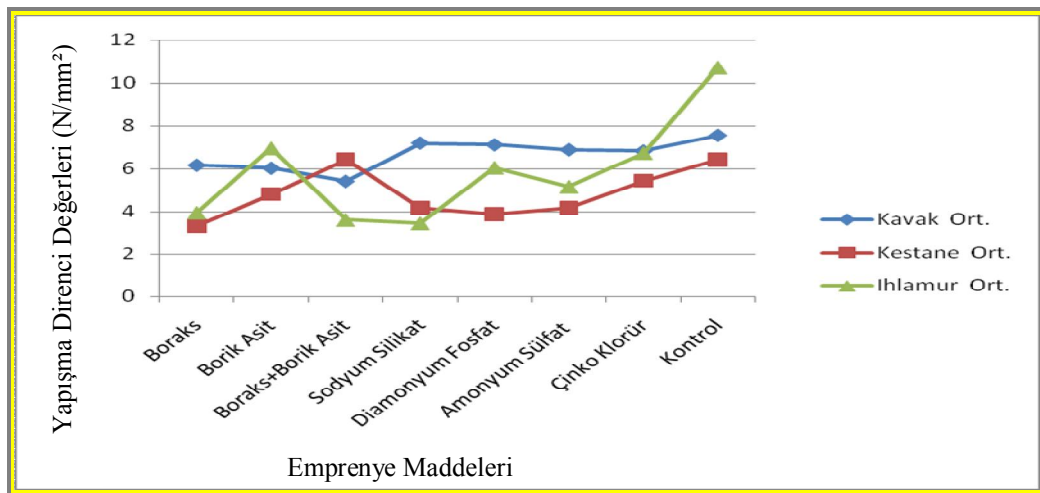
kombinasyonlarının basınç direncini arttırdığı veya kontrolle aynı olduğu sonucuna varılabilir.

Banda ve Omwe (1997), tarafından yapılan bir çalışmada, Uganda’da doğal olarak yetişen 8 farklı ağaç odunu üzerinde, kreozot’la emprenye işleminin basınç direnci üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; kreozotla yapılan 24 saatlik emprenye işlemi sonucunda, basınç direnci değerlerinin önemli derecede arttığı belirlenmiştir. Ancak bazı çalışmalarda liflere paralel basınç direncinin genellikle emprenye işleminden etkilenmediği belirtilmektedir (LeVan ve Winandy, 1990; Wazny ve Krajewsky, 1992; Çolakoğlu vd. 2003).

Bu çalışmadaki sonuçlar, literatürle karşılaştırıldığında emprenye maddelerinin basınç direnci üzerindeki etkisinin odunun kimyasal yapısı, kullanılan emprenye maddesinin özelliği ve emprenye yöntemine bağlı olarak değişebildiği söylenebilir.

4.9. Yapışma Direnci

Genel olarak, emprenye maddeleri yapışma direncini düşürmektedir (Şekil 4.7). Ayrıca odun türü dikkate alındığında Kavak odununun en yüksek, kestane odunu en düşük yapışma direnci değerine sahip olduğu belirlenmiştir. Yapışma direncini, Kavak odununda en fazla boraks+borik, Kestane odununda boraks ve Ihlamur odununda sodyum silikat düşürmektedir.

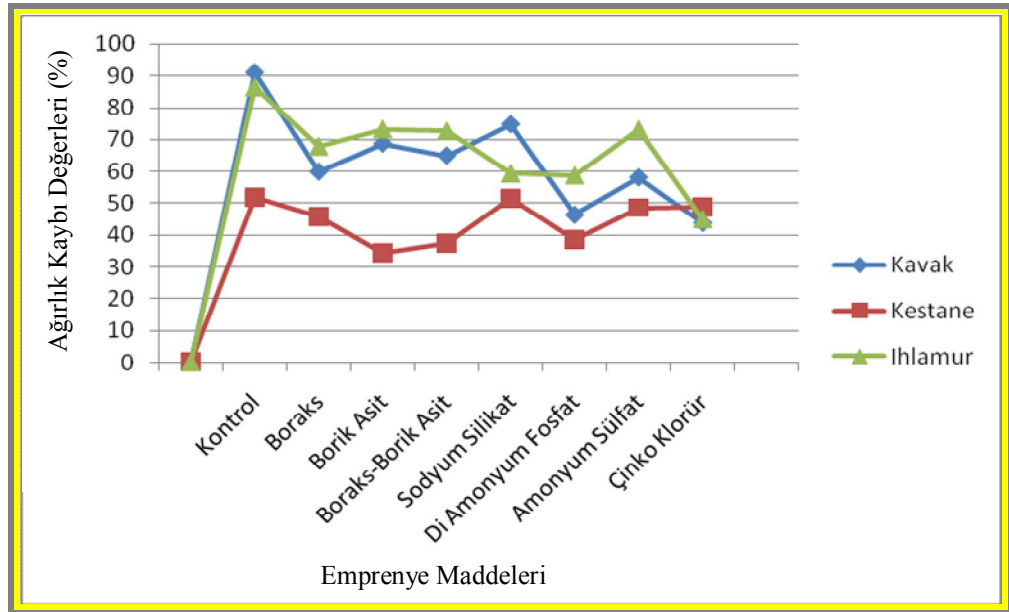


Şekil 4.7. Yapışma direnci (N/mm²)

Bu çalışmada buluna sonuçlar literatürle paralellik göstermektedir. Özçifci (2008) çeşitli ağaç türleri ve tutkallar kullanarak borlu bileşiklerin yapışma direncini etkilemediği ancak asidik emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını belirtmektedir. Özçifci (2006) borlu bileşiklerle emprenye edilmiş *Pinus brutia Ten.* ve *Ulmus compestris L.* odunlarında fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarını kullanarak yapışma direnci deneylerini gerçekleştirmiş ve yapışma direncinin düştüğünü belirtmişlerdir. Özçifçi ve Okçu (2008), *Quercus petraea L.* ve *Castanea sativa Mill.* odunlarını boraks ve çinko klorürle emprenye etmişler ve D-VTKA ile yapıştırmışlardır ve sonuçta bu emprenye maddelerinin yapışma direnci üzerinde olumsuz etkiye sahip olduklarını belirtmişlerdir. Özçifçi ve Okçu (2008), emprenye maddelerinin yapışma direncini azalttığını ve bunun nedeninin emprenye maddelerinin tutkal tabakası ve yüzey arasındaki bağları zayıflatmasından kaynaklandığını belirtilmiştir.

4.10. Yanma Deneyi

Tüm emprenye maddeleri genel olarak ağırlık kaybını azaltmaktadır (Şekil 4.8). Kavakta ve Ihlamurda en az ağırlık kaybı çinko klorürde, Kestane ise borik asitte elde edilmiştir.



Şekil 4.8. Yanma sonrasında oluşan ağırlık kaybı (%)

Çalışmadaki sonuçlar literatür ile uyumluluk göstermektedir. Uysal (1997), çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerindeki etkilerini incelemiş ve sodyum sülfat, çinko sülfat, bakır sülfatın yangın geciktirici özelliğe sahip olduğunu belirtmiştir. Yapılan bir çalışmada ise, çeşitli borlu bileşikler ve monomer su itici maddeler (SİM)'le muamele edilen cennet ağacı odunu yanma sonucu oluşan ağırlık kaybı açısından boraks+borik asit karışımı % 63 'lük ağırlık kaybı oranı ile en olumlu sonucu verdiği belirtilmiştir (Baysal, vd., (2004). Peker, vd., (2004) tarafından yapılan başka bir çalışmada ise, iç ve dış ortamda odunun canlı ve cansız zararlı etkenlere karşı korunması amacıyla kullanılan bazı empenye maddelerinin Ladin (*Picea orientalis Link*) odununun yanma özelliklerine etkileri araştırılmış ve en fazla ağırlık kaybı PEG 400'de % 91, en düşük fosforik asitte % 9.2 olarak tespit edilmiştir.

BÖLÜM 5

ÖNERİLER

Isı iletkenlik deneyleri sonuçlarına göre, ağaç malzemenin kullanım yerinde yalıtkan olması istenilen durumlarda emprenyeli Kavak odunu, iletken olması istenilen durumlarda emprenyeli Ihlamur ve Kestane odunu önerilebilir. Emprenye maddeleri göz önüne alındığında ise bu çalışmada kullanılan tüm emprenye maddeleri ısı iletkenliğini arttırdığından bu durumun emprenyeli ağaç malzemenin yapılarda kullanılması durumunda göz önünde bulundurulması yararlı olacaktır.

Emprenye maddelerinin ısı iletkenliği üzerine etkisi ağaç türüne göre değişiklik gösterdiği belirlendiğinden, kimyasal madde ve ağaç türü etkileşiminin ısı iletkenliği üzerindeki etkisini inceleyen daha detaylı çalışmalar yararlı olabilir.

Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve basınç direnci sonuçlarına göre, yapılarda emprenyeli Kestane odununun kullanılması, emprenyeli Kavak ve Ihlamura göre daha çok tercih edilebilir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülünde, Boraks kullanılması durumunda en fazla azalış görüldüğünden boraks ile emprenye edilmiş malzemelerin yük taşıyan yapılarda kullanılmaması önerilebilir.

Bu çalışmada, emprenye maddelerinin dirençler üzerindeki etkisi hava kurusu halde belirlenmiştir. Ancak emprenye sonrası uygulanan kurutma sıcaklığının direnç değerlerini nasıl etkileyeceği ile ilgili çalışmalar da pratik ve bilimsel açıdan yararlı olabilir.

Yanma sonucunda oluşan ağırlık kaybı sonuçlarına göre, Kestane odunu, Kavak ve Ihlamura göre tercih edilebilir. Emprenye maddesi olarak ise Kavak ve Ihlamur odunlarında ağırlık kaybını azaltıcı etki yaptığından dolayı çinko klorür, Kestane odununda ise boraks önerilebilir. Bu çalışma yalnızca, emprenyeli ağaç malzemenin yapılarda kullanılması durumunda kimyasal maddelere göre yanma sırasında ağırlık

kaybının değişimi incelenmesi esas alındığından, daha kesin yargılara varılabilmesi için çeşitli retensiyon oranlarında geręekleřtirilen daha kapsamlı yanma deneylerine de ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

ASTM C 177/C 518, Methods of Measuring Thermal Conductivity, Absolute and Reference Method

ASTM-E 69, Standart Test Method for Combustible of Treated Wood by the Fire Apparatus (1975).

Aslan, S., Ağaç Dendrolojisi, Odun Anatomisi, *Hacettepe Üniversitesi*, Ankara, (1994).

Aslan, S., Ağaç Zararlıları Koruma ve Emprenye Teknikleri, *KOSGEB Yayınları*, Ankara, (1998).

Akyürek, Ö., Emprenye Edilmiş Karaçam (*Pinus nigra* Arnold) Odunun Bazı Teknolojik Özelliklerinin Araştırılması, *S.D.Ü.Fen Bil. Enst. Orman Mühendisliği Ana Bilim Dalı*, Yüksek Lisans Tezi, Isparta, (2003).

Banda, E.J.K.B. and Omwe, T., Effects Of Creosote Oil On The Mechanical Properties of Selected Uganda Timbers, *Forest Products Journal*, 47 (10): 56-59 (1997).

Baysal, E., Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılcım Odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, (1994).

Baysal, E., Borlu Bileşikler ve Doğal Sepi Maddeleriyle Emprenye Edilen Sarıçam Odunun Yanma Özellikleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 19 (1-2): 59-69 (2003).

Baysal, E., Çeşitli Borlu ve WR Bileşiklerinin Kızılcım odunun Bazı Fiziksel Özelliklerine Etkisi, Yüksek lisans Tezi, *K.T.Ü.Fen. Bil. Enstitüsü*, Trabzon, (2004).

Baysal, E., Peker, H., Çolak, M., Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Cennet Ağacı Odununun Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkileri, *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 20 (1-2): 55-65 (2004).

Bal, B.C., Amonyaklı Bakır Quat (ACQ) Emprenye Tuzu ile Emprenye Edilen Sarıçam Odunun (*Pinus sylvestris* L.) bazı fiziksel ve mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2006).

Bektaş, İ., Kızılcım Odununun Teknolojik Özellikleri ve Yörelere Göre Değişimi, Doktora Tezi, *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 26-27 (1997).

Bentsen, B.A. Sorption and Swelling Characteristics of salt-treated wood, *FPL. 60, Madison, Wisconsin*, (1966).

Berkel, A., Ağaç Malzeme Teknolojisi, Ağaç Malzemenin Korunması ve Emprenye Tekniği, *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları*, No: 183 İstanbul, (1972).

Bozkurt, A.Y., ve Erdin, N., Ağaç Teknolojisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü*, İ.Ü., Yayın No:3998, O.F. Yayın No:445 İstanbul, (1997).

Bozkurt, Y., ve Göker Y., Ağaç Malzemenin Fiziksel ve Mekaniksel Özellikleri. *İ.Ü. Orman Fakültesi yayını*, Yayın No: 3445/388 İstanbul, (1987).

Bozkurt, Y., ve Erdin, N., Ticarete Önemli Yabancı Ağaçlar, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, *İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları*, İstanbul, (1989).

Bozkurt, A.Y., ve Göker, Y., Emprenye Tekniği, *İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü*, İ.Ü. Yayın No:3779, O.F., Yayın No:425 İstanbul, (1993).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., Emprenye Tekniği, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, İ.Ü. Yayın No: 3779, O.F. Yayın No: 425, ISBN 975-404-327-2 İstanbul, (1993).

Bozkurt, A.Y., ve Göker, Y., Fiziksel ve Mekanik Ağaç Teknolojisi, *İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü*, İ.Ü. Yayın No:3944, O.F. Yayın No: 436 İstanbul, (1996).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., Erdin, N., Odun Anatomisi, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi*, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:4263, O.F. Yayın No: 466, ISBN 975-404-592-5 (2000).

Burdurlu, E., Ahşap Kökenli Kapama ve Levha üretim- Kullanım Teknolojisi, *H.Ü.Mesleki Teknoloji Yüksek okulu Ağaç İşleri endüstri Mühendisliği*, Ankara, (1994).

Chung, Y., Glueability of southern pine early and late wood, *Forest Products Journal* 18, No: 2. USA, (1968).

Couturier M.F., George K., Schneider M.H., Thermophysical Properties of Wood, *Science and Technology*. 30: 79-196 (1996).

Çolakoğlu, G., “Wood Adhesives”, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Lisansüstü Ders Notu*, 32-58 (1998).

Çolakoğlu, G., Çolak, S., Aydın, İ., Yıldız, Ü.C., Yıldız, S., Effect of Boric Acid Treatment on Mechanical Properties of Laminated Beech Veneer Lumber, *Silva Fennica* 37 (4): 505-510 (2003).

Demetci, E.Y., Önemli Bazı Ağaç Türlerinin Polivinilasetat ve Epoksi Tutkalları ile Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, Doktora Tezi, *İ.Ü, Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (1991).

Erdin, N., Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi, **İnterteks İnşaat 2003 Fuarı, Ahşap Seminerleri**, İstanbul, (2003).

Eren, S., Okalıptus (*E. camaldulensis*) Odunundan Üretilen Lamine Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Tutkal Türü ve Tomruk Buharlama Süresinin Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, **K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, (1998).

Eriç, M., Yapılarda Yangının Malzemeye Etkisi, Birinci Yangın Ulusal Kurultayı Bildirileri, **ODTÜ Mimarlık Fakültesi Basım İşliği**, 290 – 314 Ankara, (1985).

Erengöz, Ç., Bir ülke nasıl yenilenir?, **Parke dergisi, Marka yayınları**, 16 (3): 25-27 İstanbul, (2003).

Findlay, W.P.K., *Preservation of Timber In The Tropics*, **Martinus Nijhoff/DR W. Junk Publishers**, ISBN 90-247-3112-7 Dordrecht, Netherlands, (1985).

Forest Products Laboratory Forest Service U.S. Department of Agriculture, Handbook of Wood and Wood – Based Materials for Engineers, Architect and Builders, London, chapter 15 (1987).

Franklin., International Gluing and furniture design Wood Adhesives Division, **Industrial Product Group**, 2020 Bruck Street, Columbus, OH 43207, USA, (1998).

Gezer, E.D., Kullanım Süresi Tamamlanmış Emprenye li Ağaç Malzemelerin Yeniden Değerlendirilmesi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, **K.T.Ü. Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı**, Trabzon, (2003).

Gerhards, C.C., Effect of fire retardant treatment on bending strength of wood. **Res. Pap. FPL-145**. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, (1970).

Goldstein, I. S., Degradation and Protection of Wood From Thermal Attack in Wood Deterioration and its Prevention by Preservative Treatments(D.D.Nicholos, Ed.) **Sycacuse Unive Pres.**, 1. (I): 307-339 (1973).

Gökmen, Ş., Yangın Bilgisi, **Ege Üniversitesi**, Bornova, İzmir, (20. .)

Göker, Y. ve Bozkurt, Y. Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi, **İ.Ü. Orman Fakültesi yayını**, İstanbul, (1986).

Hafors, B., The Role Of The Wasa iin The Devolopment of PEG Preservation method. **İN:Archaeological Wood Properties Chemistry and Preservation series** : 195-217 (1990).

Holmes, C.A., Effect of Fire –retardant treatments on Performance Properties of wood, **FPL**, Madison, Wis. (1977).

Le Van, S.L., Winandy,J.E., Effectes of Fire Reterdant Treatments on Wood Strenth ; A **Review and Fiber Science**, 22 (1): 113-131 (1990).

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

Kamke, Zylkowski S.C., “Effects of Wood based Panel Characteristics on thermal Conductivity” **Forest Products Journal Volum**, 39 (5): 39-24 (1989).

Kolman, F, Cote, J.R., Principles of Wood Science and Technology, **I. Solid Wood**: 149-151 Springer-Verlag, (1968).

Keskin, H., Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Ve Ağaç Endüstrisinde Kullanım İmkanları, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (2001).

Kılıç, Y., Lamine Edilmiş Kızılağacın (*Alnus Glutinosa*) Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ile Mobilya Endüstrisinde Kullanım Olanaklarının Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, **H.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, (1997).

Kurt, Ş., Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin (LVL) Deniz Ortamında Bazı Teknolojik Özelliklerinin Değişimi, Doktora Tezi, **Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, (2006).

Kurtoğlu, A., Kimyasal Odun Koruma Maddelerinin Çevre Sağlığına Etkileri, Ahşap Malzemenin Korunması, **MPM Yayınları**, 338, Ankara, 196-214 (1988).

Moody, R. C., Compressive Strength of One and Two-ply Laminated Timbers, **Forest Products Journal**, 31 (5) USA, (1981).

Öktem, E., Bazı Ağaç Türlerimiz Odunlarının Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, **Orman Araştırma Enstitüsü Yayını**, Teknik Bülten, No: 81. Ankara. (1976).

Örs, Y., Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler, **K.TÜ. Orman Fakültesi yayını**, 112 (11): 173-185 (1987).

Örs, Y., Atar, M., Keskin, H., Bonding strength of some adhesives in wood materials impregnated with Imersol-Aqua, **International Journal of Adhesion & Adhesives**, 287–294 (2004).

Örs, Y., Atar, M., Peker, H., Sarıçam Odunun Yanma Özelliklerine Bazı Borlu Bileşikler ve Su İtici Maddelerin Etkileri, **Tr.J.of Agriculture and Forestry** 23 (1999), (4): 501-509 Tübitak. (1998a).

Örs, Y., Sönmez, A., Uysal, B., Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığını Etkileyen Emprenye Maddeleri, **Tr.J.of Agriculture and Forestry** 23(1999), (2): 389-394 (1997).

Örs, Y., Atar, M., ve Peker, H., Bazı Emprenye Maddelerinin Sarıçam ve Doğu Kayını Odunlarının Yoğunluklarına Etkileri, **Tr. J. Of Agriculture and Forestry**, 23 (1999),(5): 1169–1179, Tübitak. (1998b).

Örs, Y., Atar, M., ve Peker, H., Çeşitli Emprenye ve Üst Yüzey İşlem Maddelerinin Sarıçam ve Kestane Odunun Yanma Özelliklerine Etkileri, *Tr.J.of Agriculture and Forestry* 23(1999), (3): 541-549 Tübitak (1997)

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

Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., ve Peker, H., Çeşitli Maddelerle Emprenye Edilmiş Kokarağaç (*Ailanthus altissima*) (Mill) Swingle) Odunun Yanma Özellikleri, 5(1-2): 61-70 (2002).

Örs, Y., Keskin H., Ağaç Malzeme Bilgisi, *Atlas*, İstanbul, (2001).

Örs, Y., Şenel, A., Bazı Ahşap ve Ahşap Kökenli Malzemelerin Isı İletkenlik Katsayıları, 23: 239–245 (1999).

Özcan, C., Farklı Ağaç Malzemelerden Üretilen Emprenyeli Lamine Ağaç Malzemelerin Isı İletkenliklerinin Belirlenmesi, *Z.K.Ü. Fen Bil. Enst.*, Yüksek Lisans Tezi, (2007).

Özçifçi, A., Emprenye Edilmiş Lamine Ağaç Malzemelerin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2001).

Özçifçi, A., ve Okçu, O., The Influence of the Impregnating Chemicals on the Bonding Strength of Impregnated Wood Materials, *Journal of Applied Polymer Science*, 107 2871–2876 (2008).

Özçifçi, A., Impacts of impregnation with boron compounds on the bonding strength of wood materials. *Construction and Building Materials* 22, 541–545 (2008).

Özçifçi, A., Effects of boron compounds on the bonding strength of phenol formaldehyde and melamine-formaldehyde adhesives to impregnated wood materials, *J. Adhesion Sci. Technol.*, 20(10): 1147–1153 (2006).

Örs, Y., Atar, M., Özçifçi, A., Bonding Strength of Poly(vinyl acetate)-Based Adhesives in Some Wood Materials Treated with Impregnation, *Journal of Applied Polymer Science*, (76): 1472–1479 (2000).

Packham, DE., Hand Book of Adhesives, 407, *1st ed. London*: Longman (1992).

Permadi, P., Groot, R., and Woodward, B., Alternative Wood Preservatives For Use In Indonesia, *Forest Products journal*, 48 (11/12): 98-101 (1998),

Peker, H., Tan, H., Baysal, E., Bazı Emprenye Maddelerinin Ladin Odununun Yanma Özelliklerine Etkisi, *F. Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 16(1), 163-175 (2004)

Richardson, B., Wood Preservation ,The Construcion Pres, *Ltd.,Langaster*, England, 238 (1987).

Slahor, J., Hassler C., Degrot, R. And Gardner, D., Preservative Treatment Evaluation of Red Maple and Yellow-Poplar With ACQ-B, **Forest Products journal**, 47(4): 50-54. (1997).

Skeist, I., *Hand Book of Adhesives*, 669, **1st ed. New York: Van Ostrand Reinhold**, (1962).

Snorgen, R. C., *Handbook of Surface Preparation*, **Palmerton Publishing**, New York, USA, (1974).

Sunar, Ş., Bina Yangın Güvenliği, Birinci Yangın Ulusal Kurultayı Bildirileri, **ODTÜ – TUBİTAK**, Mimarlık Fakültesi, 281 – 291, Ankara, (1983).

Suleiman B.M., Larfeldt J., Le ckner B., Gustavsson M., Thermal Conductivity and diffusivity of Wood. **Wood Science and Technology**, 33 (6): 465-473 (1999).

Şenay, A., Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, **İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, (1996).

Şanıvar, N., Zorlu, İ., Ağaç işleri Gereç Bilgisi, **Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi**, İstanbul, (1991).

Şenel, A., Ağaç Malzemenin Isı İletkenliği Tespiti ,**G.Ü. Fen Bil.Enst.** Doktora Tezi, (1994).

Şahin Kol H., Özçifçi A., Altun S., Üre Formaldehit ve Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilen Lamine Ağaç Malzemenin Isı İletkenliği Katsayısı Üzerine Emprenye Maddelerinin Etkileri.**Kastamonu Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi** 2008, 8 (2): 125-130 (2008).

Tank, T., Tutkallar ve Tutkallama Tekniği, **İ.Ü. Orman Fakültesi**, Yüksek Lisans Ders Notu, İstanbul, (1995).

Temiz, A., Çeşitli Emprenye Maddelerinin Kızılağaç Odununun (*alnus glutinosa*L.) Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. **KTÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Yüksek Lisans Tezi , Trabzon, 109-113 (2000).

Tenwolde, A., McNatt, J.D., Krahn, L., “Thermal Properties of Wood and Wood Panel Products for Use in Buildings” **P; 9, Forest Products Lab.**, Madison, Wis, (1988).

TS 2472 Odunda Fiziksel ve Mekanik Deneyler İçin Hacim Yoğunluk Değerinin Tayini, TSE Standardı, Ankara, (1976).

TS 2474 Odunun Statik Eğilme Dayanımının Tayini, TSE Ankara, (1976).

TS 2595 Odunun Liflere Paralel Basınç Dayanımının Tayini, TSE Ankara, (1977).

TS 2477 Odunun Çarpmada Eğilme Dayanımının Tayini, TSE Ankara, (1976).

TS 5430 EN 204 Yapısal Olmayan Uygulamalar için Termoplastik Ahşap Yapıştırıcıların Sınıflandırılması, (2003).

TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalarda Eğilme Dayanımı ve Eğilmede elastikiyet modülünün Tayini, TSE Standardı, Ankara, (1997).

Uysal, B. Özçifçi, A., ve Yılmaz, S., Farklı ağaç Türlerinin Yanma Özellikleri, *F.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 14 (1): 79–87 (2002).

Uysal, B. ve Kurt, Ş., Yanmayı Geciktirici Bor İçerikli Emprenye Maddelerinin Ahşap Malzemenin Yapışma Direncine Etkisi, *I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, Ankara, (2005)

Uysal, B., Çeşitli Kimyasal Maddelerin Ağaç Malzemenin Yanmaya Dayanıklılığı Üzerine Etkileri, *G.Ü. Fen Bil. Enst.*, Doktora Tezi, (1997).

Vick, CB., Christiansen AW. Cure of phenol-formaldehyde adhesive in the presence of CCA-treated wood by differential scanning calorimetry. *Wood and Fiber Science*; 25(1): 77–86 (1993).

Vick, CB., Preliminary findings on adhesive bonding of CCA treated southern pine. *In: Proceedings of Adhesive and Bonded Wood Products Symposium*, 158–76 (1994).

Vick, CB., Hydroxymethylated resorcinol coupling agent for enhanced adhesion of epoxy and other thermosetting adhesives to wood. *In: Proceedings of Wood Adhesives—Proceedings* no; 7296. Madision (WI): Forest Products Society; 47–55 (1998).

Vick, CB., Groot, RCD., Youngquist, J., Compatibility of non-acidic waterborne preservatives with phenol-formaldehyde adhesive. *Forest Products Journal* ; 40(2): 16–22 (1990).

Yalınkılıç, M.K., Ağaç Malzemelerin Yanma, Higroskopisite Ve Boyutsal Stabilité Özelliklerinde Çeşitli Emprenye Maddelerinin Neden Olduğu Değişiklikler ve Bu Maddelerin Odundan Yıkanabilirlikleri, Doçentlik Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi*, Trabzon, (1993).

Yalınkılıç, M.K., Demirci, Z., Baysal, E., Çeşitli Emprenye Maddelerinin Duglas (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) Odunun Yanma Özellikleri Üzerine etkileri, *Pamukkale Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 4, (1-2): 613-624 (1996).

Yener, C., Yapılarda yangın Üzerine, Birinci *Yangın Ulusal Kurultayı Bildirileri, ODTÜ – TUBİTAK*, Mimarlık Fakültesi, 375 – 379 Ankara, (1983).

Yıldız, Ü.C., Temiz, A., Engin, E.D. ve Gezer, D., Effects Of The Wood Preservatives On Mechanical Properties Of Yellow Pine Wood, *Science Direct*, 30(9): 1071-1075 (2003).

Zicherman, J.B., Williams, R.B., Microstructure of Wood Char, Part: 2, Fire Retardant Treated Wood, *Wood Science and technology*, 16 (1): 19 – 34 USA, (1982).

Wazny, J., and Krajewski, K.J., Long-term effect of CCA and NaPCP preservatives on the compression strength of radiata pine sapwood. *Holzforschung* 46(6): 533–535 (1992).

Winandy, I.E., Effect of treatment and redrying on the mechanical properties of wood. In: Wood protection techniques and the use of treated wood in construction. Madison, WI: *Forest Products Research Society*: 54-62 (1988).

www@okyanuskimya.com.tr

ÖZGEÇMİŞ

Aydın AYTAKŞKIN 23.03.1978'de Aydın'da doğdu; ilk, orta ve lise öğrenimini Aydın'da tamamladı. 1995-1997 yılları arasında Uludağ Üniversitesi İnegöl Meslek Yüksek Okulu Mobilya Dekorasyon Bölümünü bitirdi. 1997 yılında DPÜ Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ne girdi, 2001 yılında mezun olduktan sonra; 2001-2005 yılları arasında Bozüyük Endüstri Meslek Lisesi Mobilya Dekorasyon Bölümünde öğretmenlik görevi yaptı. 2005 yılında Haydarpaşa Endüstri Meslek Lisesi Mobilya Dekorasyon Bölümüne tayini çıktı ve halen bu görevine devam etmektedir. 2005 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı altında sürdürmektedir. Evli ve bir çocuk babasıdır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: İstiklal Mah. Anadolu Sk.
No:12 D:7
Ümraniye/İSTANBUL

Tel: (216) 520 33 93

Cep Tel: 0 505 573 01 78

E-Posta: aydinaytaskin@hotmail.com
aydinaytaskin@mynet.com