

**GÖKNAR VE MEŞE AĞAÇ MALZEMELERİNDE
ALTERNATİF RETENSİYON ARTIRMA
DENEMELERİ**

**2015
YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ**

Taner YILDIZ

**GÖKNAR VE MEŞE AĞAÇ MALZEMELERİNDE ALTERNATİF
RETENSİYON ARTIRMA DENEMELERİ**

Taner YILDIZ

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**KARABÜK
Haziran 2015**

Taner YILDIZ tarafından hazırlanan “GÖKNAR VE MEŞE AĞAÇ MALZEMELERİNDE ALTERNATİF RETENSİYON ARTIRMA DENEMELERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylım.

Doç. Dr. Şeref KURT




Tez Danışmanı, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 16/06/2015

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu) İmzası

Başkan : Doç. Dr. Şeref KURT (KBÜ)



Üye : Doç. Dr. Fatih YAPICI (OMÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin YÖRÜR (KBÜ)



.../.../2015

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

Prof. Dr. Nevin AYTEMİZ
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.”

Taner YILDIZ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

**GÖKNAR VE MEŞE MALZEMELERİNDE ALTERNATİF RETENSİYON
ARTIRMA DENEMELERİ**

Taner YILDIZ

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Doç. Dr. Şeref KURT

Haziran 2015, 108 sayfa

Ağaç malzeme insanların kullandığı çeşitli yapı malzemeleri içerisinde en eski olanlardandır. Asrımızın getirdiği teknik yeniliklere ve çok sayıda yeni malzemenin var olmasına rağmen sahip olduğu üstün özellikleri nedeniyle günümüzde de değerini korumaktadır. Ancak ağaç malzeme doğal halde iken fiziksel, kimyasal, mekanik tahrip faktörlerine ve biyotik faktörlere karşı çok fazla dayanıklı değildir. Orman alanlarının korunması ve bununla birlikte ağaç malzemenin daha verimli ve uzun ömürlü kullanımı için ağaç malzemenin korunması yani emprenye kavramı öne çıkmaktadır.

Bu çalışma da, farklı ağaç malzemelerin emprenye edilmelerinde karşılaşılan problemleri ortadan kaldıracak yeni yöntemler geliştirmek ve bu bağlamda sıvı azot uygulaması ile ağaç malzemelerin retensiyon miktarını artırmaktır. Bu çalışmada odun materyali olarak Uludağ Göknarı (*Abies Nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana*) ve Saplı Meşe (*Quercus robur* subsp. *Pedunculiflora*) ağaçlarından deney numuneleri hazırlanmıştır. Emprenye maddesi

olarakta Tanalith-E, İmersol Aqua, Diamonyum Sülfat ve Boraks kullanılmıştır. Emprenye edilmelerinde karşılaşılan problemleri ortadan kaldıracak yeni yöntem olarak sıvı azottan yararlanılmıştır.

Deney örnekleri iklimlendirme dolabında klimatize edildikten sonra hassas terazide ağırlık ölçümleri yapılarak Kardemir A.Ş Enerji laboratuvarında 15 dakika, 90 dakika ve 6 saat süreyle sıvı azot içerisinde bekletilmiştir. Sıvı azot muamele edilmiş deney örneklerinin azot sonrası iklimlendirme dolabında hava kurusu yoğunluğa geldikten sonra ağırlıkları ölçülmüştür. Tanalith-E, İmersol Aqua, Diamonyum Sülfat ve Boraks maddeleri kullanılarak fırça ile sürme, kısa süreli daldırma, uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak deney numuneleri emprenye yapılmıştır. Emprenye yapılan numunelerin retensiyon miktarları bulunmuştur. Deney örneklerinin eğilme, liflere paralel basınç, dinamik eğilme direnci (Şok direnci), eğilmede elastikiyet modülleri belirlenmiştir.

Çalışmanın başlıca amacı olan sıvı azot uygulaması ile retensiyon miktarını artırma denemelerinde başarı sağlanmıştır. Meşe ve Gökmar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında uygulanan sıvı azot, her uygulamada retensiyon miktarını artırmıştır.

Sıvı azot uygulaması ve Retensiyon miktarının artışına bağlı olarak eğilme direnci, liflere paralel basınç, dinamik eğilme direnci (Şok direnci), eğilmede elastikiyet modülleri üzerindeki etkiler araştırılmıştır. Meşe ve Gökmar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında, farklı uygulama metotlarında eğilme direnci, liflere paralel basınç, dinamik eğilme direnci (Şok direnci), eğilmede elastikiyet modülleri artışlar ve azalmalar tesbit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler : Ağaç malzeme, emprenye, retensiyon, sıvı azot.

Bilim Kodu : 1204

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF ALTERNATIVES TO INCREASE RETENSION IN WARIOUS WOOD MATERIALS

Taner YILDIZ

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Science
Forest Industrial Engineering**

Thesis Advisor:

Assoc. Prof. Dr.Şeref KURT

June 2015, 108 pages

Wood is one of the oldest materials human being have been using. Although we have many technological developments and new materials in hand, wood is still a very precious material with its superior properties. However, wood material is not so resistant to physical, chemical, mechanical destruction factors and biotic factors in its natural condition. In order to preserve the forest and use the wood material more efficiently with longer service life, preservation of the wood material, in other words, impregnation is used.

The main purpose of this study is to develop new methods to eliminate the problems encountered during the impregnation of various wood materials, and in this context, to improve the retention amount of the wood material by using liquefied nitrogen. Uludağ Fir (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana*) and Oak Handle (*Quercus robur* subsp. *Pedunculiflora*) is used as wood material to prepare test samples.

Tanalith-E, Immersol Aqua, Di-Ammonium Sulfate and Borax were used as impregnation material. Liquefied nitrogen is used as a new method to eliminate the problems encountered in impregnation.

Test samples were acclimatized in the acclimatization box and weighed by a precision scale. Then the samples were left in liquefied nitrogen for 15 minutes, 90 minutes and 6 hours in laboratory of Kardemir A.Ş. Liquefied nitrogen treated samples were weighed after they reach the air-dried density in the acclimatization box. Test samples were impregnated by Tanalith-E, Immersol Aqua, Di-Ammonium Sulfate and Borax using brushing, short-time immersing, long-time immersing and pressure methods. The retention amount of the impregnated samples was found. Deflection, pressure parallel to fibers, dynamic deflection resistance (Shock resistance), and elasticity modules in deflection were determined.

We became successful to improve the retention by the liquefied nitrogen. Oak Handle and Uludağ Fir wood materials were treated by liquefied nitrogen at different time periods and all of the applications improved the retention amount.

The effects of liquefied nitrogen and the amount of retention increase on the deflection resistance, pressure parallel to fibers, dynamic deflection resistance (Shock resistance), and elasticity modules in deflection were investigated. Some increase and decreases in deflection resistance, pressure parallel to fibers, dynamic deflection resistance (Shock resistance), and elasticity modules in deflection were determined for Oak Handle and Uludağ Fir wood materials for different treatment times and methods.

Key Words : Wood material, impregnated, retention, liquefied nitrogen.

Science Code : 1204

TEŞEKKÜR

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım değerli hocam Sayın Doç. Dr. Şeref KURT'a ve çalışmamızda yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Hüseyin YÖRÜR'e, ayrıca tez savunmama katılarak bizlere bilimsel katkı sağlayan On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. Fatih YAPICI'Ya teşekkür etmeyi bir borç bilirim.

Tezimin hazırlanması sırasında vermiş oldukları katkılarından dolayı değerli hocalarım Sayın Yrd. Doç. Dr. Cemal ÖZCAN'a, Sayın Yrd. Doç. ve Sayın Öğr. Gör. Mehmet Nuri YILDIRIM'a Sayın Arş. Gör. Muhammed Nuri GÜNAY'a teşekkür ederim. Ayrıca tezimin hazırlanmasında yardımcı olan başta Abdulkadir YERDİNLEYEN, Ergin ÖZBAKIR ve Ferdi YILDIRIM olarak tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Sıvı azot temininde KARDEMİR A.Ş.'ye, teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi destekleriyle yanımda olan aileme teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
1.1. AHŞAP KORUMA	2
1.1.1. Ahşap Malzemeyi Koruma (Emprenye) Nedenleri Ve Yöntemleri	3
1.1.2. Ahşap Korumada Kullanılan Emprenye Yöntemleri Ve Emprenye Maddeleri	3
1.1.3. Etkili Bir Emprenye Maddesinin Taşınması Gereken Özellikler Ve İnsan Vücudu Temas Hususları	4
1.1.4. Emprenyeli Ağaç Malzeme İle Emprenyesiz Ağaç Malzeme Arasındaki Farklar Ve Ağaç Malzemeyi Emprenye Etmenin Olumlu Özellikleri	5
1.1.5. Kimyasal Madde Kullanılan Emprenye Yöntemlerine Alternatif Yeni Yöntemler Ve Odun Modifikasyonu	5
1.1.6. Odun Modifikasyon Yöntemleri.....	6
1.1.6.1 Isıl İşlem (ThermoWood) Yöntemi	6
1.1.6.2 Isıl işlem Uygulamasının Ağaç Malzemeye Kazandırdığı Özellikler	7
BÖLÜM 2	8
GENEL BİLGİLER	8
2.1. ODUNUN EMPRENYESİ İLE ANATOMİK YAPISI	
İÇERİSİNDEKİ İLİŞKİ	10
2.1.1. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı.....	10
2.1.2. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı	11

	<u>Sayfa</u>
2.2. ODUNUN PERMEABİLİTESİ	12
2.3. ODUNUN BİYOLOJİK DEGRADASYONU	13
2.3.1. Beyaz Çürüklük	14
2.3.2. Kahverengi Çürüklük.....	15
2.3.3. Yumuşak Çürüklük.....	15
2.3.4. Bakteriler	16
2.3.5. Böcekler.....	16
2.4. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT GENEL BİLGİLER.....	19
2.4.1. Uludağ Göknaı (Abies nordmanniana subsp. Bornmulleriana)	19
2.4.1.1 Diğer Göknaı Türleri Üzerinde Yapılmış Çalışmalar.....	22
2.4.2. Saplı Meşe (Quercus robur subsp. pedunculiflora)	27
2.4.2.1. Saplı Meşenin Doğal Yayılışı	27
2.4.2.2. Anataş ve Genel Toprak Yapısı	30
2.4.2.3. Ekolojik Özellikler.....	30
2.4.2.4. Makroskobik Özellikleri	32
2.4.2.5. Mikroskobik Özellikleri.....	32
2.4.2.6. Teknik Kurutma Özellikleri	34
2.4.2.7. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilme Özellikleri.....	35
2.4.2.8. Meşe Odununun Kullanım Alanları.....	36
 BÖLÜM 3	 38
MATERYAL VE METOD	38
3.1. AĞAÇ MALZEME	38
3.2. KİMYASAL MALZEMELER.....	38
3.2.1. Tanalith E.....	38
3.2.2. İmersol Aqua	39
3.2.3. Diamonyum Sülfat.....	39
3.2.4. Boraks	40
3.3. SIVI AZOT.....	40
3.4. DENEY METODU	41
3.4.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması	41
3.4.2. Hava Kuruğu Yoğunluk	41
3.4.3. Sıvı Azot İşlemleri.....	42

	<u>Sayfa</u>
3.5. EMPRENYE İŞLEMLERİ.....	43
3.5.1. Fırça ile Sürme.....	44
3.5.2. Kısa Süreli Daldırma	44
3.5.3. Uzun Süreli Daldırma	44
3.5.4. Vakum-Basınç Yöntemi	45
3.6. RETENSIYON MİKTARI VE RETENSIYON ORANI.....	46
3.7. MEKANİK ÖZELLİKLER.....	46
3.7.1. Eğilme Direnci.....	46
3.7.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	48
3.7.3. Liflere Paralel Basınç Direnci	49
3.7.4. Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci).....	51
BÖLÜM 4	54
BULGULAR.....	54
4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR.....	54
4.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluklar	54
4.1.2. Göknaş Retensiyonuna Ait Bulgular	56
4.1.3. Meşe Retensiyonuna Ait Bulgular.....	58
4.1.4. Göknaş Odununun Eğilme Direncine Ait Bulgular	61
4.1.5. Meşe Odununun Eğilme Direncine Ait Bulgular	64
4.1.6. Göknaş Odununun Eğilmede Elastikiyet Modülü'ne Ait Bulgular	67
4.1.7. Meşe Odununun Elastikiyet Modülü'ne Ait Bulgular.....	70
4.1.8. Göknaş Odununun Liflere Paralel Basınç Direncine Ait Bulgular.....	73
4.1.9. Meşe Odununun Liflere Paralel Basınç Direncine Ait Bulgular	76
4.1.10. Göknaş Odununun Dinamik Eğilme (Şok) Direncine Ait Bulgular	79
4.1.11. Meşe Odununun Dinamik Eğilme (Şok) Direncine Ait Bulgular	82
BÖLÜM 5	86
SONUÇLAR VE TARTIŞMA	86
5.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN SONUÇLAR.....	86
5.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluklar	86
5.1.2. Retensiyon Miktarlarına İlişkin Sonuçlar	86
5.2. MEKANİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN SONUÇLAR	88

	<u>Sayfa</u>
5.2.1. Eğilme Direncine İlişkin Sonuçlar.....	88
5.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü'ne İlişkin Sonuçlar.....	90
5.2.3. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Sonuçlar	93
5.2.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direncine İlişkin Sonuçlar.....	95
BÖLÜM 6	98
SONUÇ VE ÖNERİLER	98
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	108

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Ülkemizde Uludağ göknaırların yayılış alanları	20
Şekil 2.2. Uludağ göknaırların genel görünümü.	21
Şekil 2.3. Saplı meşenin Türkiye'deki yayılış alanları	27
Şekil 2.4. Araştırma alanındaki istasyonlarda görülen aylık yağış miktarları	29
Şekil 2.5. Saplı meşenin mikroskopik görünüşü	34
Şekil 3.1. Sıvı azot üretim ünitesi.	41
Şekil 3.2. İklimlendirme dolabı.	42
Şekil 3.3. Kardemir A.Ş. enerji tesislerinde deney numunelerinin sıvı azot'a tatbiki.	43
Şekil 3.4. Kardemir A.Ş. enerji tesislerinde deney numunelerinin sıvı azot'a tatbiki.	43
Şekil 3.5. Üniversal test cihazında eğilme deneyi.	48
Şekil 3.6. Üniversal test cihazında eğilmede elastikiyet modülü deneyi.	49
Şekil 3.7. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci.	51
Şekil 3.8. Pandüllü çekici makinesinde dinamik eğilme (şok) direnci.	53

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 4.1.	Gök nar ve Meşe odunlarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar (gr/cm^3).	55
Çizelge 4.2.	Gök nar odunlarının retensiyon oranlarına ilişkin ortalama değerler (%).	56
Çizelge 4.3.	Sıvı Azotta Bekletme Süresi, Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Gök nar odunu retensiyon değerlerine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları.	57
Çizelge 4.5.	Sıvı azotta bekletilmemiş Meşe odunlarının retensiyon oranlarına ilişkin ortalama değerler (%).	59
Çizelge 4.6.	Sıvı Azotta Bekletme Süresi, Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Meşe odunu retensiyon değerlerine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları.	60
Çizelge 4.8.	Gök nar odunlarının eğ ilme direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm^2).	61
Çizelge 4.9.	Sıvı Azotta Bekletme Süresi, Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Gök nar odunu eğ ilme direnci değerlerine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları.	63
Çizelge 4.10.	Bekletme Süresine göre, Gök nar odunu eğ ilme direnci Değerlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.	64
Çizelge 4.11.	Meşe odunlarının eğ ilme direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm^2).	65
Çizelge 4.12.	Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Meşe odunu eğ ilme direnci değerlerine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları.	66
Çizelge 4.13.	Meşe odunu kontrol gruplarının eğ ilme direnci değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	67
Çizelge 4.14.	Gök nar odunlarının Eğ ilmede Elastikiyet Modülü Değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm^2).	68
Çizelge 4.15.	Sıvı Azotta Bekletme Süresi, Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Gök nar odunu elastikiyet değerlerine ilişkin çoğ ul varyans analizi sonuçları.	69
Çizelge 4.16.	Gök nar odunu kontrol gruplarının elastikiyet değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	70
Çizelge 4.17.	Meşe odunlarının Eğ ilmede Elastikiyet Modülü değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm^2).	71

Çizelge 4.18. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Meşe odunu elastikiyet değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	72
Çizelge 4.19. Meşe odunu kontrol gruplarının elastikiyet değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	73
Çizelge 4.26. Gökmar odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm ²).	74
Çizelge 4.27. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Gökmar odunu liflere paralel basınç değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	75
Çizelge 4.28. Gökmar odunu kontrol gruplarının liflere paralel basınç değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	76
Çizelge 4.29. Meşe odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm ²).	77
Çizelge 4.30. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Meşe odunu liflere paralel basınç değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	78
Çizelge 4.31. Meşe odunu kontrol gruplarının liflere paralel basınç değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	79
Çizelge 4.20. Gökmar odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (kN/cm ²).	80
Çizelge 4.21. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Gökmar odunu şok değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	81
Çizelge 4.22. Gökmarodunu kontrol gruplarının şok değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	82
Çizelge 4.23. Meşe odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (kN/cm ²).	82
Çizelge 4.24. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin Meşe odunu şok değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.	84
Çizelge 4.25. Meşe odunu kontrol gruplarının şok değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.	85

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Ağaç malzeme dâhili ve harici dekorasyon işlemlerinde çok eski zamanlardan beri kullanılan önemli bir yapı malzemesidir. Hafif olması, fiziksel ve mekaniksel etkilere karşı dirençli olması en önemli özelliklerindedir. Ayrıca ısıyı ve sesi az iletmesi, kolay işlenebilmesi, renk ve desen bütünlüğünün sağlanabilmesi, boya ve vernik gibi işlemlere tabi tutularak istenilen renk ve desenin sağlanması, doğal ve yenilenebilir bir hammadde olması ağaç malzemeyi diğer yapı elamanlarından daha cazip hale getirmektedir. Günümüzde hızla artan dünya nüfusu ile insanoğlunun gelişen teknoloji ve yaşam standartlarına bağlı olarak artan ihtiyaçlarının yanı sıra bilinçsiz tüketim neticesinde doğal kaynaklar azalmaktadır. Bu durum üreticileri doğal kaynakları nasıl daha verimli ve çeşitli kullanabilecekleri yönünde çalışmalara girmeye zorlamaktadır (Özcan, 2011).

Orman ürünleri ile mobilya ve dekorasyon sektörünün hammaddesi olan ağaç malzeme uygun kullanım ve koruma yöntemleriyle, artan odun hammaddesi ihtiyacını karşılamada yeterli olabilecektir. Odun hammaddesi masif, çeşitli levha ve kompozit ürünlere dönüştürülerek çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Fiziksel, mekanik, kimyasal ve biyolojik zararları engellemek amacıyla, yapısına müdahale edilebilen odun hammaddesi, işlenebilirliğinin kolay olması, ısı ve elektriğe karşı izolasyon özelliği göstermesi, akustik özelliklerinin istenilen düzeyde olması, özgül ağırlığının düşük olmasına karşılık, yüksek mekanik özelliklerine sahip olması sebepleriyle kıymetini devam ettirmektedir. Ağaç malzeme kullanımında farklı hava şartları ve boyutlarında meydana gelen değişiklikler, böcek, mantar ve oyucu deniz organizmalarının zararları gibi etkiler dikkate alınmalıdır (Örs, Atar ve Demirci, 2005).

Ağaç malzeme sahip olduğu yüksek özellikler sebebiyle günümüzde birçok kullanım yerinde değerini korumaktadır. Kişi başına tüketimin artması ve orman alanlarının gün geçtikçe azalması üretilen ağaç malzemenin uzun süre kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Ağaç malzemenin bileşikleri çevre şartlarına göre kimyasal ya da biyolojik etkenlerle bozulmaktadır. Bu olumsuz etkilere karşı ağaç malzemelere kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleri uygulanmaktadır (Higley and King, 1990).

Ağaç malzemenin doğal olması, estetik olarak güzel görünmesi ve bazı türlerinin de doğada kolay ve kısa sürede yetişiyor olması gibi özelliklerinden dolayı yüzyıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Fakat ağaç malzemenin yüzeylerinin kaplanmaması durumunda kullanım ömrü ve dayanımı azalmaktadır. Bu konuda yapılan literatür araştırmalarında; açık hava şartlarında odun renginin çok hızlı değiştiği ve genellikle yan bileşikler ve ligninin kimyasal bozunmasından dolayı sarı ve kahverengimsi renge dönüştüğü bildirilmektedir (Anderson et al., 1991).

Kolay işlenmesi, ses ve ısıyı az iletmesi, doğal yapısından kaynaklanan tekstür, renk ve estetik özellikleri nedeniyle ağaç malzemeye karşı talep her geçen gün artmaktadır. Bu talebin yerine getirilebilmesi için ormanların bilimsel esaslara uyularak işletilmesi ve kesilen ağaçların verimli kullanılması gerekmektedir.

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 konstrüksiyonlar da köprü, iskele ve daha pek çok alanda da yoğun olarak kullanılmaktadır (Erdin, 2003).

Bu çalışmanın amacı, farklı ağaç malzemelerin emprenye edilmelerinde karşılaşılan problemleri ortadan kaldırabilecek yeni yöntemler geliştirmek ve bu bağlamda sıvı azot uygulaması ile ağaç malzemelerin retensiyon miktarını artırmaktır.

1.1. AHŞAP KORUMA

Ahşap malzeme çağımızın getirdiği teknik yeniliklere ve çok sayıdaki yeni malzeme ile rekabetine rağmen, sahip olduğu yüksek özellikleri nedeniyle birçok kullanım alanında önemini korumaktadır. Bugün neredeyse hiç kimsenin ahşap ve ahşap

ürünlerinden soyutlanarak yaşaması mümkün değildir. Ancak ahşap malzeme doğal halde iken fiziksel, kimyasal, mekanik tahrip faktörlerine ve biyotik faktörlere karşı dayanıklı değildir. Orman alanlarının korunması ve bununla birlikte ahşap malzemenin daha verimli ve uzun ömürlü kullanımı için ağaç malzemenin korunması (emprenye) kavramı öne çıkmaktadır (Köse ve Temiz, 2013).

1.1.1. Ahşap Malzemeyi Koruma (Emprenye) Nedenleri Ve Yöntemleri

Ahşap, insanların yüzyıllardan beri kullandığı en bilindik yapı malzemelerinden biridir. Biyolojik bir malzeme olan ahşap, biyotik (böcek, termit, küf ve çürüklük mantarları vb.) ve abiyotik faktörler (dış hava koşulları, yangın vb.) tarafından bozun durulabilmektedir. Odun ve odun esaslı ürünlerin çelik ve beton gibi diğer yaygın malzemelere benzer güvenilir bir hizmet sunabilmesi için bu faktörlere karşı korunması lazımdır (Köse ve Temiz, 2013).

Modern odun koruma teknolojisi farklı kimyasal formülasyonlar ile emprenye işlemini ve odun modifikasyonunu içerir. En yaygın uygulama ise koruyucu kimyasal maddeler ile ahşap malzemeyi emprenye etmek ve böylece ahşap malzemenin biyotik ve abiyotik faktörlere karşı korunmasını sağlayıp ömrünü uzatmaktır. Bu bağlamda odun koruma, üst yüzey işlemlerinden farklılık göstermektedir. Üst yüzey işlemleri boya, vernik gibi koruyucu işlemlerin ağaç malzeme yüzeyine uygulanmasını kapsarken odun koruma işlemi kimyasal maddenin odun içine emdirilmesini sağlamaktadır (Köse ve Temiz, 2013).

Biyotik (mantar, böcek, termit vb.) ve abiyotik (dış hava koşulları, yangın vb.) zararlılara karşı ahşap malzemeyi korumak için çeşitli kimyasal maddelerin odun yapısı içerisine emdirilmesi işlemidir emprenye (Köse ve Temiz, 2013).

1.1.2. Ahşap Korumada Kullanılan Emprenye Yöntemleri Ve Emprenye Maddeleri

Kimyasal maddelerin odun yapısı içerisine emdirilmesinde basınç uygulanan ve uygulanmayan yöntemler olmak üzere farklı sistemler mevcuttur. Basınç

gerektirmeyen emprenye yöntemlerinde uygulama; fırça ile sürme, püskürtme, batırma, difüzyon, osmoz gibi yöntemler ile sağlanırken basınç gerektiren sistemlerde ise ağaç malzeme kapalı tanklara yerleştirildikten sonra kimyasal maddelerin basınç altında ahşap malzemeye emdirilmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Basınç uygulanan emprenye yöntemleri dolu hücre ve boş hücre yöntemleri olarak iki sınıf olup dolu hücre yönteminde odun hücresinin tamamı emprenye edilirken boş hücre yönteminde ise odun hücresinin sadece hücre çeperi emprenye edilmektedir. Dolu hücre yöntemi ile emprenye suda çözünen emprenye maddelerinde yaygın olarak kullanılırken boş hücre yöntemi ise daha çok yağlı karakterdeki emprenye maddelerinden tercih edilmektedir (Yıldız, Ü.C. 2005).

Genel olarak kullanılan emprenye maddeleri ise yağlı karakterdeki emprenye maddeleri, organik çözücülü emprenye maddeleri ve suda çözünen emprenye maddeleri olmak üzere 3'e ayrılır. Ahşap malzemenin korunmasında çoğunlukla suda çözünen emprenye maddeleri tercih edilmekte olup tel direği, piknik masası, oyun park bahçe elemanları, peyzaj kerestesi gibi alanlarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Suda çözünen emprenye maddeleri çoğunlukla bakır esaslı olup Tanalith, Celcure, Wolmanit gibi ticari isimlerle satılmaktadır. Yağlı karakterdeki emprenye maddelerinden en yaygını ise kreozot olup çoğunlukla demiryolu traverslerinin emprenyesinde kullanılmaktadır. Organik esaslı emprenye maddeleri ise pencere doğrama endüstrisinde yaygın olarak tercih edilmektedir (Yıldız, Ü.C. 2005).

1.1.3. Etkili Bir Emprenye Maddesinin Taşınması Gereken Özellikler Ve İnsan Vücudu Temas Hususları

Ahşabı tahrip eden organizmalar için yüksek zehirlilik derecesine sahip olmalı, ahşap malzemenin içinde devamlı olarak kalmalı, yıkanmamalı, buharlaşmamalı, hedeflenmeyen canlılar için (insanlar, hayvanlar vb.) zehirlilik etkisi göstermemeli, güvenli olmalı, ahşap malzemenin fiziksel ve mekanik özelliklerini azaltmamalı, korozyona sebep olmamalı ve ekonomik olmalıdır (Yıldız, Ü.C. 2000).Yeni emprenye edilmiş ve kurutulmamış ahşap malzemeye çıplak elle temas etmek tavsiye edilmemekle birlikte emprenyesi yapılmış ve kurutulmuş malzemeye temasta

herhangi bir sakınca olduğu bildirilmemektedir. Bu nedenle emprenye edilmiş ve kullanıma hazır haldeki emprenyeli ürünlerin taşınması, depolanması ve kullanılmasında bir sakıncaya rastlanılmamıştır (Yıldız, Ü.C. 2005).

1.1.4. Emprenyeli Ağaç Malzeme İle Emprenyesiz Ağaç Malzeme Arasındaki Farklar Ve Ağaç Malzemeyi Emprenye Etmenin Olumlu Özellikleri

Herhangi bir koruyucu işlem görmemiş ve doğal haldeki ağaç malzemeye zarar veren faktörler sonucu ahşap malzeme tahrip olmakta ve her yıl büyük maddi kayıplar söz konusu olmaktadır. Halbuki kimyasal önlemlerle yani zararlı organizmalar için zehirlilik etkisi yapan emprenye maddeleri kullanılarak hem ahşap malzemenin hizmet ömrü uzatılmakta ve hem de orman varlığı korunmaktadır. Ahşap malzeme doğal halde iken çok uzun dayanıklılık göstermemekle birlikte emprenye uygulandıktan sonra ömrünün yaklaşık 5 ile 10 katı kadar daha uzun ömürlü olduğu bilinmektedir (Yıldız, Ü.C. 2005).

Emprenyesiz ağaç malzeme kısa sürede biyotik ve abiyotik faktörlerce tahribata uğrayacaktır ve yerine yeni ahşap malzemenin kesilmesi kaçınılmaz olacaktır. Halbuki ahşap malzemenin emprenye edilmesiyle birlikte dayanımı artacaktır ve orman varlığına olan aşırı yüklenme azalacaktır. Ayrıca ahşap koruma sayesinde doğal dayanımı düşük ahşap malzemenin daha fazla kullanım yerinde değerlendirilmesi olanağı artacaktır (Yıldız, Ü.C. 2005).

1.1.5. Kimyasal Madde Kullanılan Emprenye Yöntemlerine Alternatif Yeni Yöntemler Ve Odun Modifikasyonu

Son yıllarda artan çevresel baskılar yüzünden odun yapısını genişletici kimyasal ve su itici maddeler ile odunun muamelesi ya da odun tahripçisi mantarlara karşı odunu mükemmel ölçüde koruyan, UV ışınlarına karşı dayanıklılık ve boyutsal kararlılık sağlayan ayrıca zehirlilik etkisi göstermeyen odun modifikasyonu yöntemi gündeme gelmiştir. Ayrıca modifiye edilmiş örnekler atıl hale geldiklerinde çevreye ve insan sağlığına bir problem oluşturmamaktadır. Fakat odun modifikasyon yöntemlerinin klasik odun koruma yöntemlerine göre maliyeti daha yüksek olduğu bildirilmektedir.

Odun modifikasyonu terimi, odun hücre çeperi bileşenlerinin moleküler yapısının değiştirilmesini ifade etmektedir. Bu yöntemle hidrofilik -OH gruplarının, daha büyük hidrofobik gruplara dönüştürülmesiyle odun özellikleri iyileştirilebilmektedir. Boyutsal olarak kararlı bir malzeme oluşması nedeniyle ağaç malzemenin bünyesine su alıp vermesi gerçekleşmeyecektir. Böylelikle ahşabın çürüklük dayanımı ve boyutsal kararlılığı artırılır, su alımı azaltılır, dış hava koşullarına karşı dayanımı artırılır (Yıldız, Ü.C. 2002).

1.1.6. Odun Modifikasyon Yöntemleri

Odun modifikasyon yöntemleri genel olarak dört başlık altında toplanır. Bu yöntemler: kimyasal modifikasyon, termal modifikasyon, yüzeysel modifikasyon ve emprenye modifikasyonudur. Kimyasal modifikasyon işleminde; hücre çeperindeki hidroksil grupları bir kimyasal madde ile reaksiyona girerek kimyasal madde ile hücre çeperi arasında bir kovalent bağ oluşur. Termal modifikasyon işlemi; yüksek sıcaklık uygulaması ile birlikte herhangi bir kimyasal madde kullanmadan ahşap malzemenin yapısında meydana gelen değişimleri içerir. Yüzeysel modifikasyonu; odunun yüzey yapısında istenilen değişikliklerin kimyasal, fiziksel ve biyolojik yaklaşımlar ile iyileştirilmesi işlemidir. Emprenye modifikasyonu ise; odun yapısı içine kimyasal maddelerin doldurulması ile odun özelliklerinin iyileştirilmesini ifade etmektedir. Ülkemizde en çok kullanılan odun modifikasyon yöntemi termal modifikasyon yöntemi olan ısı işlemidir. İşlem Finlandiya'nın geliştirdiği ThermoWood yöntemine göre gerçekleştirilmektedir (Yıldız, Ü.C. 2002).

1.1.6.1. Isıl İşlem (ThermoWood) Yöntemi

Bu yöntemde, ahşab'a herhangi bir kimyasal madde emdirilmeden odunun olumsuz özelliklerinin sıcaklık uygulaması ile iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Bu amaçla, fırın sıcaklığı 320°C' ye, odun iç sıcaklığı ise 165°C- 212°C arasına ayarlanır. Ahşabın kalınlığına ve başlangıç rutubetine göre 48-144 saat aralıklarında sıcaklık, su buharı ve hava dolaşımı ile modifikasyon işlemi gerçekleştirilir (Yıldız, S. 2002).

1.1.6.2. Isıl işlem Uygulamasının Ağaç Malzemeye Kazandırdığı Özellikler

Isıl işlem yapılmış ahşap malzemenin mantar ve böceklere karşı biyolojik dayanıklılığı artar, düşük denge rutubeti içerir, termal yalıtım kabiliyeti artar, boya adhezyonu sağlanır, dış hava koşullarına dayanıklılığı artar. Ayrıca tamamen doğal bir malzeme elde edilir. Bununla birlikte ladin gibi güç emprenye olan odun türlerinin ısıtıl işlem ile olumlu özellikler kazanması sağlanır (Yıldız, S. 2002).

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

Ağaç malzeme, insanların kullandığı çeşitli yapı malzemeleri içerisinde belki de en eski olanıdır. Çağımızın getirdiği teknik yeniliklere ve çok sayıdaki yeni malzeme ile rekabetine rağmen, sahip olduğu yüksek özellikleri sebebiyle günümüzde de birçok kullanım yerinde önemini korumaktadır. Yenilenebilir organik doğal bir hammadde olması, anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi çok farklı ürünler halinde kullanımına olanak sağlamakta, gerek masif halde gerekse kompozit ürünlere dönüştürülerek değerlendirilebilmekte, yapısına fiziksel, mekanik, kimyasal ve biokimyasal müdahale edilebilmektedir. Diğer taraftan özgül kütlesine göre direncinin yüksekliği, alet ve makinelerle kolay işlenebilmesi, iyi boya ve cila kabul etmesi, ısı, ses ve elektriğe karşı izolasyon maddesi olarak kullanılabilmesi, kullanıldığı yerde psikolojik bir sıcaklık hissi vermesi, akustik özelliklerinin üstünlüğü ve dekoratif görüntü verebilmesinden bir çok kullanım yerinde tercih sebebi olmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1981).

Ağaç malzeme bu üstün özelliklerinin yanı sıra bazı istenmeyen özelliklere de sahiptir. Bunlar; organik bir madde olmasından dolayı bakteriler, mantar ve tahripçi böcekler ile oyucu deniz organizmaları tarafından kolayca tahrip edilmesi, higroskopik ve anizotropik yapısı nedeniyle içinde bulunduğu ortamın sıcaklığı ve bağıl nemine göre elde edeceği denge rutubeti miktarına bağlı olarak ortam ile rutubet alış verişinde bulunmaktadır. Bu su alış veriş hiğroskopik sınırlar olan % 0 ile lif doygunluğu noktası olarak kabul edilen ortalama % 30 arasında meydana geldiğinde boyutlarında değişmelere neden olmaktadır. Boyutsal değişmeler lif yönünde çok az olduğu halde, teğet yönde radyal yönün 1.5-3 katı kadar olabilmektedir. Ağaç malzeme bileşiminin karbon ve hidrojen içermesi nedeniyle yanmaya müsaittir (Levan and Winandy, 1990).

Tarihi gelişimine bakacak olursak ilk olarak bir ağacın kabuk altı sıvısı ile hazırlanan koruyucu gereçle yapılan yüzey işlemleri, daha sonra doğal reçineler ve kuruyan yağlar ile hazırlanan yağlı koruyucu örtü gereçlerinin kullanılması ile yeni boyutlar kazanmıştır (Newel and Holtrop, 1961).

Ağaç malzemenin istenilmeyen sakıncalı özelliklerini iyileştirici yöntemler geliştirilmiştir. Bu amaçla uygulanan teknik işlemlerin en önemlileri kurutma, emprenye ve üst yüzey işlemleridir. Kullanma yerindeki denge rutubeti miktarına uygun olarak fazla suyun atılması sonucu kurutulan ağaç malzemenin direnci, sertliği, çivi tutma kabiliyeti, boya tutma özelliği ile rendeleme, frezeleme, lamba, zıvana açma delik açma vb. işlerde daha düzgün yüzeyler elde edildiği gibi tutkallanma ve yapışma kabiliyeti artmaktadır (Uysal, 1997).

Ağaç malzemenin, tekniğe uygun kullanım, uygun üretim şekli (konstrüksiyon), biyotik ve abiyotik, zararlılara karşı emprenye ve uygun üst yüzey işlemleri ile ortadan kaldırılabilmekte veya en aza çekilebilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Ağaç malzemedan üretilen mobilya ve yapı elemanlarının zararlı dış etkilerden korunması gerekir. Doğal halde harici etkilere karşı bırakılan ahşap malzemenin dayanımı sınırlıdır. Kullanma koşulları ve harici etkenler ağaç eşyanın yıkılmasına ve bozulmasına sebep olur. Bu nedende ağaç malzemedan üretilen eşya yüzeylerinin koruyucu örtücü bir katmanla kaplanması gerekmektedir (Şanıvar, 1978).

Başlangıçta sadece ahşap malzemeyi koruma düşüncesi ile yapılan yüzey işlemleri daha sonraları koruyuculuğunun yanı sıra ağacın doğal güzelliklerini de ortaya çıkarması amacıyla uygulanmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak verniklerle işlem görmüş ağaç yüzeylerinin teknik, ekonomik ve estetik olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Değişik cins ağaçlarda anatomik yapıya bağlı olarak birtakım yapısal farklılıklar görülmektedir. Değişik cinsler arasında görülen bu yapısal farklılıklar aynı cinsde ait ağaçlarda, hatta aynı tomruğun değişik bölümlerinden alınan veyafarklı şekillerde biçilmeleri sonucu elde edilen parçalarda da görülmektedir. Bu yapısal farklılıklar aynı cins ağaçlardan elde edilen masif ve kaplamalar için de söz konusudur. Kaplamaların üretimi esnasında geçirdiği süreçler (buharlama, kesme,

kurutma v.b.), özelliklerinin farklılaşmasına sebep olmaktadır. Bu durumda, aynı cins koruyucu gerecin değişik cins ağaçlar üzerinde, hatta cins ve türleri aynı bile olsa masif ve kaplama üzerinde verdikleri katmanların değişik dış etkenlere karşı dayanıklılıklarının aynı olamayacağı düşünülmektedir (Sönmez, 1989).

Ahşap malzemeden yapılan mobilyaların korunması ve görünüş özelliklerinin belirgin hale getirilebilmesi amacıyla farklı vernikler kullanılmaktadır. Ahşap yüzeylerinin korunması ise vernik katmanlarının dış etkilere gösterdiği dirence bağlıdır (Budakçı, 2003).

2.1. ODUNUN EMPRENYESİ İLE ANATOMİK YAPISI İÇERİSİNDEKİ İLİŞKİ

Ahşap malzemenin emprenye edilebilme kabiliyeti, yapısına ve fiziksel özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak ağaçlarda büyüme ve gelişme, boyuna ile enine yönde olmakta, gelişmenin durumuna bağlı olarak da ağaç türlerinde özel Şekiller meydana gelerek oluşan odunun özellikleri değişiklik göstermektedir. Bu yüzden ağaç malzemenin emprenye edilebilme kabiliyeti üzerinde anatomik yapı önemli derecede etkili olmaktadır (Bozkurt vd.,1993).

2.1.1. İğne Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

İğne yapraklı ağaç odunları kompleks bir yapı olmayıp basit yapılıdır. Ağaç boyu istikametinde uzanan boyuna traheidlerle, çap istikametinde uzanan özışınları odunun asli elemanlarını oluştururlar. Ayrıcı yan elemanlar olarak reçine kanalları, boyuna paranzim ve enine traheidler bulunur.

Traheidler ağaç boyunun yönünde uzanan, sivri uçlu ölü hücreler olup çeperleri ligninleşmiştir. İğne yapraklı ağaçlarda iletim ve destek görevi yapan hücreler boyuna traheidlerdir. Traheidler boyları uzun, çaplarının100 katı kadar, enine kesitleri dört veya altı köşeli, uçları kapalı hücrelerdir. Traheidlerin dokuya katılım oranı % 90-95 arasında olup, dokunun geri kalan % 5-10'u özışını paranzimleri, boyuna paranzimler ve reçine kanallarından oluşur. Boyuna traheidler, hücre

olgunlaşma sürecinde sonunda canlılığını kaybeden ölü hücreler olduklarından lümenleri boş hücrelerdir (Bozkurt, 2000).

Traheidlerin genellikle radyal çeperleri kenarlı geçitlerle donatılmışlardır. Traheidlerin arasındaki geçitler kenarlı geçitler olup bunların orta kısmında torus bulunmaktadır.

Traheidlerin en önemli karakteristik özelliği radyal çeperler üzerindeki büyük kenarlı geçitlerdir. Geçitler hücre çeperinde mevcut açıklıklar olup, hücreden hücreye sıvı madde akışını sağlamaktadır. Emprenye maddelerinin odun içerisine absorpsiyonunda kenarlı geçitler önemli rol oynamaktadır.

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

Öz odunu oluşumunda kenarlı geçitler kapanmakta, torus üzerine fenollü maddeler yerleşmekte, böylece emprenye maddelerinin geçişi zorlaşmakta veya tamamen engellenmektedir. Bu nedenle öz odun, diri odundan daha az emprenye edilebilme kabiliyetine sahiptir (Bozkurt, 1993).

2.1.2. Yapraklı Ağaçların Anatomik Yapısı

Yapraklı ağaç odunlarının asli elemanları traheler, özışınları, lifler ve boyuna paranşimler, 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.

Trahelerin tüllerle dolup tıkanması, kurutma ve emprenye işlemlerinde sıkıntılara sebep olur. Tüller ağaç malzemenin dayanıklılığını artırmamakta, emprenye edilmesini güçleştirmekte, sıvı ve gaz akışını engellemektedir (Bozkurt vd., 2000).

2.2. ODUNUN PERMEABİLİTESİ

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

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

Odunun emprenye edilmesi sırasında iki fiziksel problem ortaya çıkmaktadır. 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, paranzim hücrelerinden oluşan öz ışınları basit geçitler yardımıyla radyal yönde sıvı akışı

sağlamaktadır. Öz ışınlarında bulunan enine traheidler ise radyal yönde sıvı akışını sağlamaktadırlar.

Yapraklı ağaçlarda ise sıvıların geçişi traheler vesilesiyle sağlanmaktadır. Traheler içerisindeki sıvı madde, geçit açıklıklarından öz ışınlarına, daha sonra boyuna paranşim hücrelerine ve liflere veya diğer trahelere doğru geçmektedir (Kurt, 2006).

2.3. ODUNUN BİYOLOJİK DEGRADASYONU

Odun; mantarlar, bakteriler ve böcekler gibi çeşitli biyolojik organizmalar tarafından yıkıma uğratılabilmektedir. Mantarlar oduna yerleşip, hücre çeperi bileşenlerini degrade ederek, kahverengi, beyaz ve yumuşak çürüklük meydana getirmektedirler. Kahverengi çürüklük mantarları, başlıca oduna polisakkarid bileşenlerini degrade ederek geriye lignini bırakır.

Beyaz çürüklük mantarları ise, tüm hücre çeperi bileşenlerini degrade edebilmektedirler. Degrade olan lignin, selüloz ve hemiselülozun oranı, beyaz çürüklük mantarlarının türüne göre farklılık göstermektedir. Yumuşak çürüklük mantarları, sekonder çeperi aşındırmakta ya da hücre çeperi içerisinde farklı delikleroluşturmaktadırlar. Çürüklüğün her çeşidi çeşitli şekillere sahip olup, mikroskobik ve ultra strüktürel özelliklerine göre sınıflandırılabilirler. Bakteriler ise oduna yerleşen diğer mikroorganizmalar üzerinde, sinerjistik veya antagonistik etkiye sahip olabilmektedirler (Blanchette et al., 1990).

Eğer çevresel şartlar uygunsa, odun çok farklı biyolojik organizmalar tarafından yıkıma uğratılabilmektedir. Mantarlar, bakteriler ve böcekler odunun tümüne saldırabilir ve hücre çeperi bileşenlerini kullanır ya da mekanik faktörlerde düşüşe vasıta olurlar. Doğal ortamda bulunan oduna, mikroorganizma ve böceklerin hızlıca yerleşmesiyle degradasyon başlar. Odundaki yapısal polimerler tedrici olarak daha basit moleküllere ve en sonunda karbondioksit ve suya dönüşür. Organik maddenin bu doğal geri dönüşümü kara ve su ekosisteminde önemli bir süreçtir. Fakat bu, odunun bütünlüğü bozulduğunda ciddi bir probleme sebep olur.

Çeşitli ağaç türleri yapısal ve kimyasal olarak farklı odunlara sahip olmasına rağmen bütün odunlar biyolojik degradasyona karşı hassastır. Mantarlar oduna nüfuz edince, basit ve kenarlı geçitler gibi doğal açıklıklar boyunca hücreden hücreye uzanırlar, ya da direkt olarak hücre çeperini delerek oduna nüfuz edebilirler.

Bazı mantarlar, yalnızca odundaki depolama hücrelerinde bulunan besin maddelerini kullanır, fakat önemli bir hücre çeperi yıkımına neden olmaz. Bu mantarlar, odun yüzeylerinde yüzeysel bir renk bozukluğuna ya da lekelerine neden olurlar (Kurt, 2006).

2.3.1. Beyaz Çürüklük

Beyaz çürüklük, bütün hücre çeperi bileşenlerini degrade edebilen Basidiomycet'lerin odunu degrade etmesi sonucu oluşur. Beyaz çürüklükte odun beyaz bir görünüm kazanmakta ve ligninle birlikte selüloz ve hemiselüloz bileşenleri yıkılmaktadır. Bir taraftan lignin ve polisakkarid bileşenleri aynı anda yıkılmakta, odun yapısında meydana gelen erozyon sonucu oyuklar oluşmaktadır. Enzimlerin etkisiyle oluşan bu degradasyon sonucu, odun hücre çeperi yüzeyden iç kısma doğru incelmektedir. Diğer taraftan, Basidiomycetes'lerin geniş bir grubu, polisakkarid bileşenlerinden önce ligninin seçici şekilde tahrip edildiğini açık olarak göstermiştir. Beyaz cep çürüklüğü oluşumunda ise bal peteği şeklinde bir oluşum meydana gelmektedir.

Mikroskobik incelemede, delignifiye olmuş odunda lignince zengin olan orta lamelin yok olduğu görülmektedir. Orta lamelin uzaklaştırılması sonucu çürümüş olan odun daha lifli bir görünüm kazanmaktadır. Bu çürüklüğün diğer bir karakteristik özelliği; ilk önce lignince zengin olan özışını hücreleri ve sonbahar odunu saldırıya uğramaktadır. Bu gruba giren en önemli mantar türleri, Polyporus versikolor ve Trametes (Fomes) pini'dir (Rayner and Body, 1998).

2.3.2. Kahverengi Çürüklük

Kahverengi çürüklük mantarları, Basidiomycetes sınıfına dahil olup yoğun depolimerizasyon ile polisakkaridleri degrade ederler. Çürüklüğün ileri safhasında, selüloz ve hemiselüloz tüketilmekte ve lignin sınırlı ölçüde degradasyona uğramaktadır. Sonuçta, odun çok yüksek lignin içeriğine sahip olup, kahverengi bir renk almakta, kurduğunda kırılıp kübik parçalara ayrılabilir. Bu çürüklüğe sebep olan mantarlar, çürüklüğün ilk safhasında odunda hızlı bir direnç kaybına neden olurlar.

Çürüklüğün ilk evrelerinde, odun içerisindeki bazı hücreler diğerlerinden daha fazla degradasyona uğrayabilir, fakat çürüme bütün hücrelerde gelişmektedir. Hücre çeperinde polisakkaridlerin depolimerizasyonu, ligninin modifikasyonu ile beraber olmaktadır. Mikroskopik incelemeler, hücre çeperinde selüloz ve hemiselülozun degrade edildiğini ve ligninin modifiye olduğunu göstermektedir. Kahverengi çürüklük mantarlarının önemlileri, *Serpula lacrymans* (*Merulius lacrymans*), *Poria incrassata* ve *Coniophora puteana* şeklinde sıralanabilir (Blanchette et al., 1990).

2.3.3. Yumuşak Çürüklük

Yumuşak çürüklük, Ascomycetes ve Fungi Imperfecti mantarları tarafından oluşturulmaktadır. Beyaz ve kahverengi çürüklüğün aksine yumuşak çürüklüğün belirgin özelliği, odun hücre çeperinin değişmez şekilde yıkımı hüflerin çevresinde olmaktadır. Üstelik beyaz çürüklüğün aksine lignin yavaş bir şekilde tahrip olmaktadır. Böylece geriye modifiye olmuş bir kalıntı kalabilmektedir (Rayner and Body, 1998).

Yumuşak çürüklüğün en önemli karakteristiği, odun hücre çeperinde selüloz mikrofibrillerine paralel olarak gelişen hüflerin enzimatik aktivitesi ile meydana gelen konik uçlu oyuklardır. Oyuklar en iyi şekilde boyuna kesitlerde gözlenmekte, genellikle hüflerin boyuna yönünde oluşmaktadır.

Bu çürüklüğü yapan mantarlar içerisinde en önemlisi *Chaetomium globosum*'dur. Yumuşak çürüklük sırasında odun önemli ölçüde direnç kaybına uğramaktadır. Meşe örneklerinin üç hafta süreyle *Chaetomium globosum*'un etkisine bırakılması sonucu; ağırlık kaybında % 7.4, eğilme direncinde ise % 61 oranında ağırlık kaybı meydana gelmiştir (Blanchette et al., 1990).

2.3.4. Bakteriler

Bakterilerin etkisi en iyi şekilde, odunun suda depolanması sonucu permeabilitedeki artış ile görülmektedir. Bu etki geçit zarlarının bakteriyel degradasyonu sonucu ortaya çıkmaktadır. Bakteriler, çok farklı ortamlara maruz kalmış odunlar üzerinde yaygın olarak bulunmakta ve degradasyon yapan ve yapmayan türler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Degradasyon yapan bakterilerin bir kısmı sadece geçit zarlarını degrade ederken, diğerleri aktif olarak odun hücre çeperinin lignoselülozik yapısında tahribat yapmaktadırlar.

Geçit zarlarında degradasyon yapan bakteriler, ya suya batmış ya da suyla ıslanmış iğne yapraklı ağaçlarda görülmektedir. Bakteriler direkt olarak traheidlerde ve öz ışını paranzim hücrelerindeki geçit zarlarına saldırmaktadırlar. Öz odunundaki geçit zarları, diri odundakilerden çok daha az etkilenmektedir. Geçit zarlarının degradasyonu sonucu, porozitede artış meydana gelmekte, bunun sonucu olarak da sıvıların absorpsiyonu artmaktadır. Odun hücrelerindeki çeşitli çürüklüklere, bakterilerin sebep olduğu sanılmaktadır. Bununla birlikte, kesin bir kanıt mevcut değildir (Blanchette et al., 1990).

2.3.5. Böcekler

Böceklerde mantarlar gibi odunun biyolojik bozunmasında başlıca faktörlerdendir. Böcekler, odun materyalini yaşanacak yer ve besin kaynağı olarak kullanırlar. Her iki amaç içinde odunu küçük parçalara öğütmek suretiyle tahrib etmektedirler. Bu özellik, ahşap malzemede böcek zararının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Böcek zararı, genellikle odun içerisinde farklı şekilde galeriler, yüzey kanalları veya öğütülmüş bölgeler şeklinde oluşmakta ve çoğu durumlarda, mantar renklenmeleri ve mantar çürüklüklerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler. Böcekler, renk ve çürüklük mantarlarının yaygın taşıyıcılarıdır. Böcek ve mantar zararı çoğu odunda aynı şartlar altında ve birbirleriyle ilişki olarak gelişmektedir.

Böcekler, eklem bacaklılar içerisinde en geniş sınıfı temsil etmektedirler. Oduna zarar verenler içerisinde; Isoptera, Coleoptera ve Haymenoptera en önemlileridir. Böceklerin ahşap yapılara her yıl milyonlarca dolar zarar verdiği belirtilmektedir. Gerçekte, bir böcek grubu olan toprak altı termitleri her yıl A.B.D'de 1,5 milyon doların üzerinde bir zarara neden olmaktadır.

Böcek zararının çeşitleri; türlere, çürüklük tipine, odun ürününe veya pratik maksatlar için saldırı zamanına bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Odun; canlı ağaçta, yeni kesilmiş tomruklarda, biçilmiş halde veya depolama sırasında ya da kullanımBöceklerde mantarlar gibi odunun biyolojik bozunmasında başlıca faktörlerdendir.

Böcekler, odun materyalini yaşanacak yer ve besin kaynağı olarak kullanırlar. Her iki amaç içinde odunu küçük parçalara öğütmek suretiyle tahrib etmektedirler. Bu özellik, ahşap malzemede böcek zararının bir göstergesi olarak kabul edilmektedir.

Böcek zararı, genellikle odun içerisinde farklı şekilde galeriler, yüzey kanalları veya öğütülmüş bölgeler şeklinde oluşmakta ve çoğu durumlarda, mantar renklenmeleri ve mantar çürüklüklerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedirler. Böcekler, renk ve çürüklük mantarlarının yaygın taşıyıcılarıdır. Böcek ve mantar zararı çoğu odunda aynı şartlar altında ve birbirleriyle ilişki olarak gelişmektedir.

Böcekler, eklem bacaklılar içerisinde en geniş sınıfı temsil etmektedirler. Oduna zarar verenler içerisinde; Isoptera, Coleoptera ve Haymenoptera en önemlileridir. Böceklerin ahşap yapılara her yıl milyonlarca dolar zarar verdiği belirtilmektedir. Gerçekte, bir böcek grubu olan toprak altı termitleri her yıl A.B.D'de 1,5 milyon doların üzerinde bir zarara neden olmaktadır.

Böcek zararının çeşitleri; türlere, çürüklük tipine, odun ürününe veya pratik maksatlar için saldırı zamanına bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Odun; canlı ağaçta, yeni kesilmiş tomruklarda, biçilmiş halde veya depolama sırasında ya da kullanım yerinde tahrip olabilir. Önemli böcek zararı, zayıflamış veya taze kesilmiş ağaçlarda ve depolanan tomruklarda meydana gelmektedir. Fakat etkileri daha sonra işlenmiş ahşap üründe görülmektedir (Zabel and Morrel, 1992).

Tarihsel gelişimi içerisinde birinci olarak bir ağacın kabuk altı sıvısı ile hazırlanan koruyucu gereçle yapılan yüzey işlemleri, daha sonra doğal reçineler ve kuruyan yağlar ile hazırlanan yağlı koruyucu örtü gereçlerinin kullanılması ile yeni boyutlar kazanmıştır (Newel and Holtrop, 1961).

Ahşap malzemenin, tekniğe uygun kullanım, uygun üretim şekli (konstrüksiyon), biyotik ve abiyotik, zararlılara karşı emprenye ve uygun üst yüzey işlemleri ile ortadan kaldırılabilmekte veya en aza çekilebilmektedir (Kurtoğlu, 2000).

Ağaç malzemedен üretilen mobilya ve yapı elemanlarının zararlı dış etkilerden muhafaza edilmesi gerekir. Doğal halde harici etkilere karşı bırakılan ağaç eşyanın dayanımı sınırlıdır. Kullanma koşulları ve harici etkenler ağaç eşyanın yıkılmasına ve bozulmasına sebep olur. Bu nedende ağaç malzemedен üretilen eşya yüzeylerinin koruyucu örtücü bir katmanla kaplanması gerekmektedir (Şanıvar, 1978).

Başlangıçta sadece ağacı koruma düşüncesi ile yapılan yüzey işlemleri daha sonraları koruyuculuğunun yanı sıra ağacın doğal güzelliklerini de ortaya çıkarması amacıyla uygulanmaya başlanmıştır. Bunun sonucu olarak verniklerle işlem görmüş ağaç yüzeylerinin teknik, ekonomik ve estetik olarak değerlendirilmesi sağlanmıştır. Değişik cins ağaçlarda anatomik yapıya bağlı olarak birtakım yapısal farklılıklar görülmektedir. Değişik cinsler arasında görülen bu yapısal farklılıklar aynı cinse ait ağaçlarda, hatta aynı tomruğun değişik bölümlerinden alınan veya farklı şekillerde biçilmeleri sonucu elde edilen parçalarda da görülmektedir. Bu yapısal farklılıklar aynı cins ağaçlardan elde edilen masif ve kaplamalar için de söz konusudur. Kaplamaların üretimi esnasında geçirdiği süreçler (buharlama, kesme,

kurutma v.b.), özelliklerinin farklılaşmasına neden olmaktadır. Bu durumda, aynı cins koruyucu gerecin değişik cins ağaçlar üzerinde, hatta cins ve türleri aynı bile olsa masif ve kaplama üzerinde verdikleri katmanların değişik dış sebeplere karşı dayanıklılıklarının aynı olamayacağı düşünülmektedir (Sönmez, 1989).

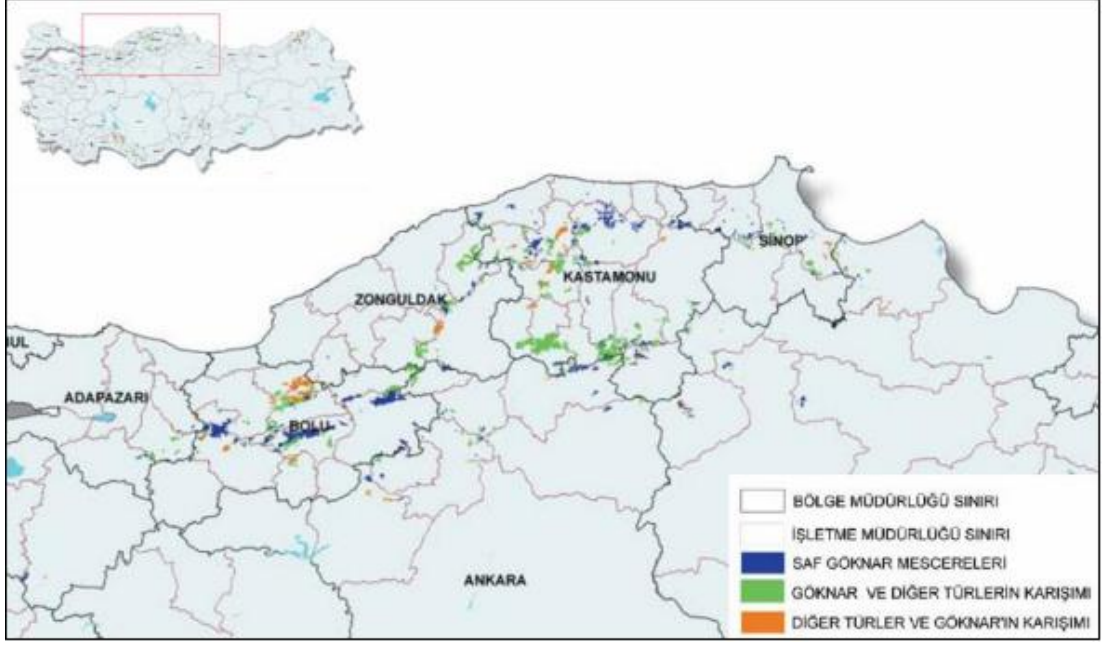
Ağaç malzemenen yapılan mobilyaların korunması ve görünüş özelliklerinin belirgin hale getirebilmesi maksadıyla farklı vernikler kullanılmaktadır. Ahşap yüzeylerinin korunması ise vernik katmanlarının dış etkilere gösterdiği dirence bağlıdır (Budakçı, 2003).

2.4. ÇALIŞMADA KULLANILAN AĞAÇ TÜRLERİNE AİT GENEL BİLGİLER

2.4.1. Uludağ Gökarnı(*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana*)

2.4.1.1. Uludağ Gökarnı Doğal Yayılışı

Uludağ Gökarnı Hakkında Yapılmış Çalışmalar Gökarnların Dünya üzerinde deniz seviyesinden 4700 m rakıma kadar yayılış gösteren 70°den fazla türü bulunmaktadır (Edwards, 1982). Davis'e göre gökarnların ülkemizde 2 türü ve bunlara ait 4 coğrafi alt türü yayılış yapmaktadır. Çevre ve Orman Bakanlığı verilerine göre ise, diğer ağaç türleri ile karışım yaptığı alanlar dahil yaklaşık 600.000 ha civarında gökarn ormanı bulunmaktadır (Anonim, 2006). Uludağ gökarnının doğal yayılış alanı Şekil 1.1 de verilmiştir.



Şekil 2.1. Ülkemizde Uludağ göknarlarının yayılış alanları (Anonim, 2006).

Uludağ göknarı ülkemiz asli orman ağacı türlerindedir. Genel olarak ülke ormanlarımızın yaklaşık % 40'ını geniş yapraklı ormanlar, % 60'ını ise iğne yapraklı ormanlar oluşturmaktadır. Servet olarak ise iğne yapraklı ormanlar, ülke ormanlarımızın % 68'ini teşkil eder. Göknarlar ülkemizde yaklaşık 0,6 milyon ha yayılış alanı ile iğne yapraklı ağaçlar içerisinde, kızılçam, karaçam ve sarıçamdan sonra en geniş yayılış alanına sahip ağaç türüdür (Anonim, 2006). Fakat Uludağ göknarının yayılış alanının çok parçalı oluşu sebebiyle tam bir envanter çalışması yapılmadığından, bu türün nerelerde ve ne kadar yayılış alanına sahip olduğu net olarak belirlenememiştir.

Ülkemiz için endemik bir tür olan Uludağ göknarı, doğal yayılışını Batı Karadeniz Bölgesinde, Kızılırmak ile Uludağ arasında yapar. En güzel ormanlarını; Ayancık, Ilgaz dağları, Bolu Seben dağları, Boyabat Göktepe ormanları, Abant ve Uludağ'da oluşturur (Anşin ve Özkan, 1997). 30-40 m boya ulaşabilen, birinci sınıf orman ağacıdır ve aşağıya kadar dallanma gösterir. Doğu Karadeniz göknarına, iğne yaprak, kozalak renk ve şekli ile çok benzer. Genç sürgünlerinin çıplak, tomurcuklarının reçineli olması, iğne yapraklarının bazılarının uç kısımlarındaki beyaz lekeler ile farklılık gösterir (Arslan ve Çelem, 2001). Uludağ göknarının genel görünüşü Şekil 2.2 de verilmiştir.



Şekil 2.2. Uludağ göknarlarının genel görünümü.

Doğu Karadeniz göknarı ve Uludağ göknarı, Türkiye de servetçe en zengin ormanları oluşturur. Bu ormanlarda meşcere yatay ve dikey olarak tam kapalıdır. Fert sayısı yönünden zengindir. Genellikle seçme işletme sınıfı olarak işletilen bu ormanlarda devamlı olarak siperlenen toprak, kırıntı bünyesi ile gençliğin gelmesini ve devamlılığı emniyet altına alır (Özcan, 1986). Değişik yaşlı koru ormanları olarak adlandırılan bu ormanlarda hektarda 15 m^3 'e kadar varan yüksek bir hacim artımı görülebilmektedir. Bu ormanlar tüm tehlikelere karşı yüksek düzeyde dayanıklılık gösterir (Anonim, 1987).

Göknarlar açık sahalarda kolayca yetiştirilebilen türler değildir. Gençlikleri dondan ve kuraklıktan zarar görür (Atay, 1982). Göknar gençliği %10 ışık entansitesinde yaşamını uzun süre sürdürmektedir (Genç, 2004). Göknar gençliği özellikle ilk 10 yıl çok yavaş büyümekte, ışık entansitesi artsa bile bu boy büyümesine yansımamaktadır. Ancak 10. yıldan sonra gençliğin boy büyümesi hızlanmaktadır (Sıvacıoğlu, 1998).

Şimşek (1992) Türkiye de doğal olarak yayılış gösteren üç göknar türü (Uludağ göknarı, Doğu Karadeniz göknarı, Toros göknarı) tohumlarında izoenzim analizleri yapmış ve analiz sonuçlarına göre, bu türlerin genetik yapı bakımından birbirinden farklı olduklarını belirlemiştir.

Kantarcı (1978), Bolu Aladağ'daki Uludağ göknarı ormanlarında yükselti-iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerini araştırdığı çalışmasında, andezit anataşından oluşmuş topraklar ile bunlar üstündeki ölü örtü özellikleri ve bu özelliklere yükselti ile değişen iklim koşullarının etkisini incelemiştir.

Saraçoğlu (1988), "Karadeniz Yöresi Göknar Meşcerelerinde Artım ve Büyüme" adlı çalışmasında Karadeniz Yöresi değişik yaşlı Göknar ormanlarındaki artım ve büyüme ilişkilerini incelemiştir. Çalışmasında farklı bonitetlerden 77 deneme alanında 281 ağacın gövde analizini yapmıştır. Çalışma sonucunda amaç çapı düştükçe meşcere hacim artımının yükseldiğini tespit etmiştir.

Saraçoğlu (1988) Aslan (1978)'e atfen, Kazdağı göknarlarından üstün özellikte tohum elde edilmesi ve Uludağ göknarı ile melez yapma olanakları üzerinde araştırmalar yaptığını, çalışmasında, farklı türlerin çaprazlanması sonunda melez bireyler elde etmeyi başardığını bildirmektedir. Görüldüğü üzere literatürde Uludağ göknarı hakkında yapılan çok fazla çalışmaya rastlanılmamaktadır. Uludağ göknarının kesikli bir yayılış alanı göstermesi, kozalak veren ağaçların boylu olması ve kozalakların ağacın tepe kısmında bulunmasından dolayı toplanmasının çok güç olması, kozalakların olgunlaşmasından sonra dağılması ve bu sürenin kısa olması, kozalakların reçineli olmasından dolayı tohumları kanat ve karpellerden ayırmanın zor olması, tohumlarının çimlenme yüzdesinin düşük olması, gençlikte çok yavaş büyümesi vb. nedenlerle bu tür üzerinde fazla çalışma yapılmamış olabilir.

2.4.1.1. Diğer Göknar Türleri Üzerinde Yapılmış Çalışmalar

Uludağ göknarı dışındaki göknar türlerinde yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bağcı (1998) tarafından yapılan, "Türkiye Abies Miller (Göknar)

Türleri Üzerinde Biyosistemik Araştırmalar" adlı lisansüstü tez çalışmasında, iki türe ait 5 alttürün taksonomik sınırlarının ve alt türler arasındaki doğal varyasyonların belirlenmesi amaçlanmıştır. Morfolojik özellikleri ve uçucu yağ bileşenleri istatistiksel analizlere tabi tutulmuştur. Analiz sonuçlarına göre alt türlerin populasyonlar içi ve populasyonlar arasındaki varyasyonların fazla olduğu gösterilmiştir. Yine uçucu yağ bileşenlerinin kantitatif olarak alt türler ve populasyonlar arasında değiştiği ortaya koyulmuştur. Taksonların morfolojik ve kimyasal olarak birbirine çok benzemesine karşın bazı karakterlerin güvenilir olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir.

Edwards (1981) *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt."da % 15-25-35 ve 45 rutubetli ortamlarda 0, 2, 4, 13, 26 ve 52 hafta soğuk katlamada kalan tohumlarda çimlenme kapasitelerini incelemiş ve % 35 rutubette 13 ve 26 hafta katlamaya alınan tohumlarda çimlenme yüzdesinin % 70 civarında olduğunu tespit etmiştir. Edwards çalışmasında hiç katlamaya alınmayan tohumlarda çimlenme yüzdesinin rutubete bağlı olarak yaklaşık %15-25 düzeyinde gerçekleştiğini belirtmiştir.

Hamrick ve Libby (1972) *Abies concolor* (Gord. and Glend.) Lindl.'da 35 doğal populasyondan topladıkları tohumlardan yetiştirdikleri fidanlar üzerinde; ibre boyutları, stoma sayıları, kotiledon sayısı, hipokotil boyu, epikotil boyu vb. toplam 13 karakter vasıtasıyla populasyonlar arası varyasyonu belirlemişlerdir.

Scholz ve Stephan (1982) *Abies grandis* Lindl.'de 43 populasyondan toplanan tohumlardan yetiştirilen fideciklerin büyüme ve kuraklığa karşı reaksiyonlarını inceledikleri çalışmada, dikimden sonra ölüm oranı, geç donlardan zarar görme, ibre lekelenmeleri, boy büyümesi ve dal kurumaları oranlarını belirlemişlerdir.

Davidson vd. (1996), *Abies amabilis* (Dougl.) Forbes"de 6 populasyondan topladıkları tohumların çimlenme kapasitesini ve çimlenme değerini belirlemişler ve populasyonlar arasında bu değerler bakımından farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir.

Davidson (1991), *Abies amabilis* (Dougl.) Forbes'de Vancouver adasında 6 farklılıktan, toplam 42 bireyden toplanarak katlamaya alınan ve alınmayan tohumlarda çimlenme kapasitesi ve çimlenme değeri bakımından populasyonlar arası ve içi varyasyonu incelemiştir.

Velioğlu vd. (1999a), Kazdağlarında belirledikleri 7 Kazdağı göknarı populasyonunun genetik yapılarını fidan karakteristikleri yardımıyla incelemiştir. Bu çalışmada, fidanlık ortamında elde edilen fidanlarda 2 yıl süre ile 8 fidan karakteristiği incelenmiş ve sonuçta populasyonların birbirinden fazla farklılaşmadıkları belirtilmiştir.

Velioğlu vd. (1999b), Kazdağlarındaki doğal Kazdağı göknarı populasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılanmasını inceledikleri çalışmalarında; 4 doğal populasyondan topladıkları tohumlardan elde ettikleri fidanları incelemiştir. Çalışma sonucunda, populasyon içi varyansın populasyonlar arası varyanstan daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, fidan karakteristiklerinin genetik kolerasyonunun fenotipik korelasyonlarla aynı yönde olduğunu belirtmişlerdir.

Blazich ve Hinesley (1994) *Abies fraseri* (Pursh) Poir.'de tohumdan ve diğer vejetatif organlardan üretme olanaklarını araştırmışlar ve çeşitli üretim yöntemlerini birbiri ile kıyaslamışlardır.

Cui ve Smith (1991) *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.'da doğal populasyonlardaki fideciklerde fotosentez, su ilişkileri ve ölümleri inceledikleri çalışmada, su ilişkileri ve fotosentezin yıldan yıla değiştiği ve ilk yıllarda bu ilişkilerin fidecikler için hayati önem taşıdığını belirtmişlerdir.

Ujii vd., (1991) *Abies sachalinensis* Masters'de tohum bahçesinde farklı klonlardan topladıkları kozalaklarda kozalak ağırlığı ve kimyasal yapının mevsimsel değişimini incelemişler, kozalak ağırlığının Mayıs ayında 160 mg iken giderek artarak sonbaharda 12,300 mg a kadar çıktığını ayrıca, çimlenme oranının kimyasal maddeler ile güçlü ilişkisinde olduğunu tespit etmişlerdir.

Singh (1998) *Abies pindrow* Spach da tohum olgunluğu ile ilgili olarak yaptığı çalışmada, kozalak olgunlaşması ile rutubet arasında ilişki bulunduğunu ayrıca, topladığı tohumlarda ortalama çimlenme yüzdesinin %32 olduğunu belirtmiştir.

Sorensen ve Franklin (1977), *Abies procera* Rehd.'da tohum ağırlığı ve butohumlardan yetiştirilen fideliklerin kotiledon sayılarının yıllara göre değişimini araştırmışlardır. Bu amaçla dört bölgede birbirine benzer özelliklere sahip ailelerden 1967ve 1968 yıllarında topladıkları tohumlar üzerinde tohum ağırlığı ve bu tohumlardan gelişen fideliklerde de, kotiledon sayısını belirlemişlerdir. Sonuç olarak; kotiledon sayısındaki varyasyonun %25'i ile tohum ağırlığındaki varyasyonun %45'inin yıldan yıla farklılıklar gösterdiği ve aile içinde tohum ağırlığı ile kotiledon sayısı arasında da herhangi bir ilişki bulunmadığını belirlemişlerdir.

Parker vd., (1981) Kanada'da *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt. ve *Abies balsamea* (L.) Mill morfolojik ve anatomik varyasyonu araştırdıkları çalışma sonucunda her bir ağacın farklı kozalak ve vejetatif karakterlere sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Messaoud vd., (2007) *Abies balsamea* (L.) Mill, *Picea glauca* (Moench) Voss ve *Picea mariana* (Mill.) BSP'da tohum verimi üzerine yaptıkları çalışmada, bu türlerin tohum verimi, tohum boyutları ve çimlenme yüzdesini belirlemişlerdir. Çalışma sonucunda sıcaklığın tohum verimi üzerine etkili bir faktör olduğunu belirtmişlerdir.

Houle ve Payette (1991) Kanada Quebec'de, *Abies balsamea* (L.) Mill ve *Acersaccharum* Marsh.'da tohum dinamiklerini çalıştıkları araştırma sonucunda, *Abies balsamea* (L.) Mill tohumlarının doğal ortamlarında yaşama yüzdesini 1988 yılı için % 19 ve 1989 yılı için % 5 olarak hesaplamışlardır.

Zobel ve Antos (1991) *Abies amabilis* (Dougl.) Forbes, *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg. ve *Tsuga mertensiana* (Bong.) Carr.'da 1-6 yaşındaki doğal fideliklerin büyüme ve gelişmelerini inceledikleri çalışma sonucunda, fidelik büyüme oranlarının mikro çevre tiplerinin belirlenmesinde önemli olduğunu belirtmişlerdir.

Kolotelo (1998) *Abies*'in tohum problemlerini araştırdığı çalışmada, *Abies amabilis* (Dougl.) Forbes, *Abies grandis* Lindl ve *Abies lasiocarpa* (Hook.) Nutt.'da kozalak ve tohumların genel özellikleri, çimlenme kapasiteleri ve zararlıları hakkında bilgiler vermiştir.

Selter ve Pitts (1986) alışmalarında *Abies magnifica* Murr.'da mikro evre koşullarında fideciklerin yaşama yüzdelerini araştırmışlar ve yaşama yüzdesinin % 44 ile % 68 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kathleen ve Furnier (2002), Iowa ve Minnesota'da 2 *Abies balsamea* (L.) Mill populusyonunda 22 enzim sistemi yardımıyla genetik varyasyonu belirlemişlerdir.

Edwards (1982) *Abies* türlerinde *Abies* isminin kökeninden, yayılış alanları, tür ve alttürleri, ibre, tohum, fidecik ve fidan özelliklerine kadar çok çeşitli konularda geniş bilgiler vermiştir. Emerson, (2004) *Abies fraseri* (Pursh) Poir.'de 6 tohum kaynağından topladığı açık tozlaşma ürünü tohumlardan yetiştirdiği fideciklerin 4 yıllık sonuçlarını değerlendirerek genetik varyasyonu belirlemiştir. Franklin (1974) *Abies procera* Rehd.'da yaptığı çalışmada türün yayılış alanları, botanik özellikleri, ibre, kozalak, tohum ve dal morfolojileri, fidecik ve kök gelişimleri gibi pek çok özelliği hakkında detaylı bilgiler vermiştir.

Okada vd., (1973) *Abies sachalinensis* Masters.'da 7 populusyon ve 117 bireyde kozalak boyu, tohum ağırlığı, çimlenme yüzdesi, kotiledon sayısı ve 4 yıl boyunca boy ve çap gelişimini takip etmişler, ayrıca bazı ibre ve dal karakteristiklerini belirleyerek genetik varyasyonu ortaya çıkarmışlardır. Macvean (2007) alışmasında, *Abies guatemalensis* Rehder'in yayılış alanı, kozalak, tohum, kanat ve fidecik özellikleri başta olmak üzere genel özellikleri hakkında bilgi vererek türü tanıtmıştır.

Tilki (2004) gknarlarda katlama işleminin çimlenme yüzdesi üzerine etkisini araştırdığı çalışmada farklı ışık ve sıcaklık derecelerinin çimlenme üzerine etkisini incelemiştir. Yapılan imlendirme denemelerinde 30 C sıcaklıkta 0 hafta katlama işlemine tabi tutulan tohumlarda %4 çimlenme yüzdesi elde edilmesine karşın, 9 hafta 20 C dekatlama işlemine tabi tutulan tohumlarda çimlenme yüzdesi %64 olarak hesaplanmıştır.

Skryszewska ve Chlanda (2009) *Abies alba* Mill.'da 625-750 m rakımdaki 4 adet popülasyondan topladıkları tohumlarda hava kurusu haldeki tohum ağırlığını belirlemişler ve bu tohumların yaşama durumlarını x-ray radyografi ile tespit etmişlerdir. Ayrıca tohumlarda tohum boyutları yanında, hacim, yüzey alanı ve kanat rengi gibi karakterler vasıtasıyla da varyasyonu belirlemişlerdir.

2.4.2. Saplı Meşe (*Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*)

2.4.2.1. Saplı Meşenin Doğal Yayılışı

Saplı meşe'nin tüm Avrupa, Türkiye ve Kafkasya'da geniş bir yayılışı vardır. Rutubetli yerleri tercih eder. *Q. robur* ssp. *robur* Kuzey-batı Anadolu, Trakya, Marmara, İç Anadolu ve Güney Anadolu'da; *Q. robur* ssp. *pedunculiflora* ise, Doğu ve Güneydoğu Anadolu'da (Tunceli, Erzincan, Bingöl, Muş, Bitlis, Van ve Hakkâri yörelerinde) yayılmıştır. Anadolu'da deniz seviyesi ile 1300–1700 metre yükseltiler arasında ormanlıkalanlar oluştururlar. Yapraklı ve iğne yapraklı ormanlarda karışıklığa girer, küçük saf bükler oluşturur (Yaltırık, 1994).



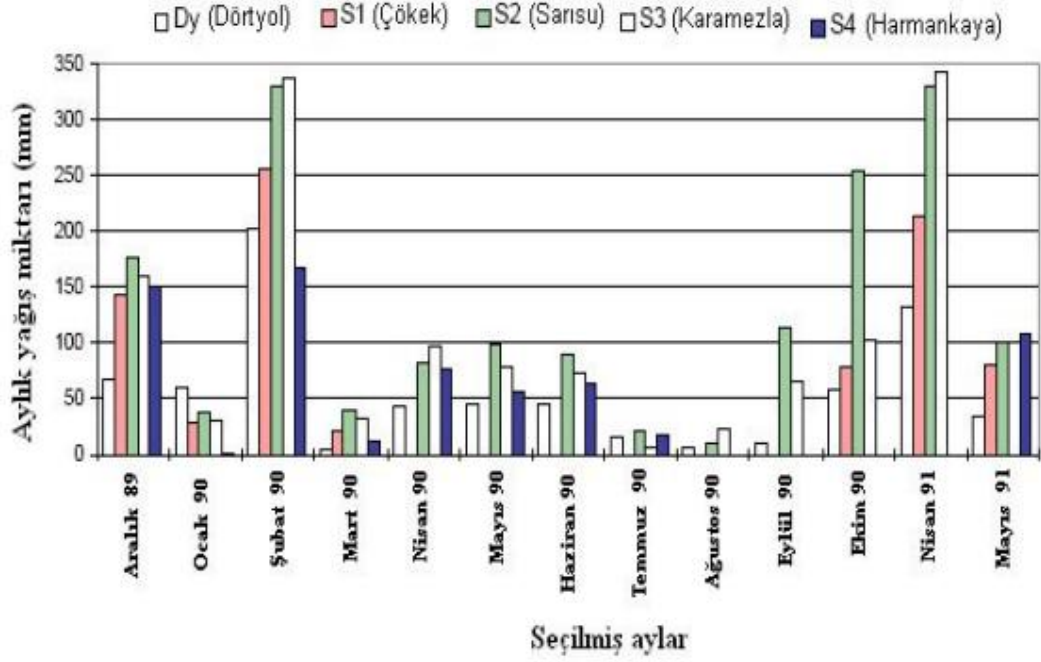
Şekil 2.3. Saplı meşenin Türkiye'deki yayılış alanları (Genç, 2009).

Ormanlarda yamaç eteklerinde, taban suyu yüksek düzlüklerde, dere içlerindeki küçük gruplar veya tek tek bulunur. Saf bükler oluşturmaz. Tüm Avrupa, Türkiye ve Kafkasya'da geniş bir yayılımı vardır (Yaltırık ve Efe, 1994).1.4.2.

İklim Özellikleri: Genel olarak Saplı meşenin yayılım gösterdiği alanlar, iklimin soğukça olduğu nemli yerlerdir (Genç, 2009).

Kara (2008) Amanos dağları iklimini, yıl içerisindeki kurak dönemin kırk gündenaz olduğu sub-Mediterran iklim olarak tanımlarken, yıllık sıcaklık ortalaması 17–20 °C ve yıllık yağış ortalaması 750–1150 mm olan dağlık alan nemli karakterli Mediterran sertyapraklı orman iklimi olarak tanımlamıştır (Yılmaz, 1993).

Yine Kara (2008), Emberger yağış sıcaklık emsaline göre (Q2 değeri 55-145mm,ise - 1 °C ile + 8,6 °C arasında) Amanos dağlarının yağışlı, az yağışlı ve yarı-kurak Akdeniz biyoiklim katlarına sahip olduğunu belirtmiştir. Bu genel tanımlamalar Amanos dağlarının etrafında bulunan il ve ilçelerdeki meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre yapılmıştır. Amanos dağlarının geçirdiği jeolojik devirler sonucu sahip olduğu coğrafik, jeolojik ve topografik yapı bu dağlarda Akdeniz iklimiyle birlikte farklı iklim tiplerinin görülmesine neden olmaktadır. Özellikle kuzeybatı yamaçlarda alçak alanların sıcak yaz mevsimi boyunca (26–28 °C) 40–100 mm arasında yağış alması, yılın bu sıcak döneminde nemli havanın tutulması ve yüksek tepelerin bulutların etkisi altında kalması bu cephede yüksekliğe bağlı farklı iklim katlarını oluşturur. Birçok yerli ve yabancı araştırmacı (Kara2008) bahsi geçen iklim katlarının varlığını kalitatif olarak ortaya koymuştur.



Şekil 2.4. Araştırma alanındaki istasyonlarda görülen aylık yağış miktarları (Khell, 1998'den değiştirilerek).

İstasyonların yıllık nisbi nem oranları incelendiğinde en fazla nem % 69'luk oranla Karamazla istasyonunda tespit edilmiştir. Bunu sırası ile Çökek (% 68), Sarısu (% 65), Dört Yol (% 62) ve Karamazla (% 60) istasyonları takip etmektedir. Mevsimlere göre değişen nem oranı ilkbaharda Çökek (% 71), yazın Sarısu (% 75), sonbaharda Karamazla (% 67) ve Çökek (% 67), kışın Harmankaya (% 67) civarında en yüksektir. Orman içerisindeki istasyonların oransal nem ortalaması, aynı dönemde denizden yüksekliği 28m olan Dört Yol istasyonunda ölçülen değerlerden % 15 daha fazladır (Yılmaz, 1993). Kış mevsiminde alçak basınç yaz mevsiminde meltem rüzgârları Akdeniz üzerindeki nemli hava kütlelerini transekt üzerine taşır, bu yüzden yıl boyunca çalışma alanı sislidir. Bu kalıcı sis tabakası güneş ışınlarını geri yansıtarak bölgeye ulaşan güneş enerjisi miktarını % 40 azaltmaktadır. Enerji miktarındaki bu azalma nedeniyle çalışma alanındaki sıcaklık değerleri Akdeniz ortalamasının altında çıkmaktadır (Khell, 1998).

2.4.2.2. Anataş ve Genel Toprak Yapısı

Amanos Dağları toprakları genel olarak tarım alanlarında azonal (alüviyal hakim),engebeli orman alanlarında zonal, zirvelere yakın yerlerde ve geniş düzlüklerde ise interzonal karakterlidir (Türkmen, 1994).

Yılmaz (1993)'a göre kumtaşı formasyonu üzerinde, 900–1400 m. Yükseltilerarasında kambisoller dominattır. Sadece Topaktaş yaylası üzerindeki kısımlarda bulunan haplik alisoller, *Fagus orientalis* ormanı altında iyi yayılmıştır. 1400–2000 m. Yükseltiler arasında bazı kambisol ve regosol alanlarına rastlanmaktadır. Orman sınırı üzerinde, distrikve eutrik kambisol ve regosoller, subalpin ve taşlı yamaçların topraklarıdır. Sırtlarda ve çok dik yamaçlarda distrik ve eutrik leptosoller bulunmamaktadır. Sadece kuzey ve kuzeydoğu bakılı sığ oluşumlu yamaçlarda daha nemli yapıda bir kambisol bulunmuştur.

Genel olarak Meşe türleri kireçsiz, killi toprakları sevmekle beraber Saplı meşe (*Q. robur* L.) Dört Yol yöresinde kireçli topraklarda yayılış göstermiştir. Bu farklılık kireçli topraklarda gözenekliliğinin fazla oluşu, dolayısıyla daha iyi havalanmaya bağlanmaktadır.

2.4.2.3. Ekolojik Özellikler

Amanos Dağları, Dünya'nın 25 biyolojik çeşitlilik merkezinden biri olan "Akdeniz havzası ormanları ve makilikleri"nin sınırları içinde yer alır. Kahramanmaraş'tan başlayarak Hatay ilini boydan boya geçen Amanos Dağları, Karadeniz'i Akdeniz'e, bozkırı kıyıya bağlayan coğrafi ve biyolojik bir köprüdür. Dağın en yüksek noktası Dört Yol ilçesinin doğusundaki Mıgır Tepe'dir (2240 m.). Dağlık alanın orta ve güney kesiminde batı yamaçlardan doğarak doğrudan Akdeniz'e dökülen küçük akarsular, doğu-batı yönlü pek çok vadiyi, alanda kuzey ve güney bakılı yamaçları ve bu vadi tabanları da kıyıda genişleyerek kıyı ovalarını oluşturur.

Buzul Çağı'ndan miras kalan Karadeniz iklim kuşağına ait bitki örtüsü, derin vekorunaklı vadileri, deniz seviyesinden birdenbire yükselerek oluşan sarp zirveleri ve iklimözellikleri ile Anadolu'nun en özel eko sistemlerinden biridir Amanos Dağları. İskenderun Körfezi'nden birdenbire yükselen zirveleri Amanos Dağları, Akdeniz'den gelen nemli havayı bloke ettiği için Amanos Dağları'nın dağların batı yamaçları Türkiye'nin Akdeniz sahillerinde en fazla yağış alan bölümlerinin başında gelir. Ortalama 1100 mm. olan yıllık yağış miktarı, yaklaşık 900–1000 m'lik. orta yüksekliklerde bazen 2300 m'yi bulur. Sıcak yaz mevsimindeki yüksek nem, doğu kayınının, en yüksek dağların yağışlı rüzgârları alan kuzeybatı yamaçlarındaki bulut basamağında doğu kayınının kalıntı olarak bugüne kadar yaşayabilmesini nasıl yaşayabildiğini açıklar.

Tarih öncesi çağlarda insanların barınak olarak kullandığı Çevlik Mağaraları ve farklı yeryüzü oluşumları ile Amanos Dağları, jeolojik açıdan da Ortadoğu'nun en önemli bölgelerinden biridir.

Amanos Dağları; tüm Akdeniz Bölgesi'nde içinde bitki coğrafyası ve endemizm açısından özel bir yere sahip; 251'i Türkiye'ye endemik olmak üzere 1580 taksonu barındıran bir Önemli Bitki Alanı'dır. Özellikle dağların batı kısımlarındaki nemliormanlar, günümüzde esas yayılış alanı Doğu Karadeniz ve Orta Avrupa olan Doğu kayını (*Fagus orientalis*), Doğu gürgeni (*Carpinus orientalis*), Porsuk (*Taxus baccata*), Işılğan(*Ilex colchica*), Ihlamur (*Tilia argentea*), Şimşir (*Buxus sempervirens*) gibi Avrupa-Sibiryaflorestik elemanlarının en güney yayılışını temsil eden kalıntı popülasyonlarını içerir. Amanos ormanları sahip olduğu "bütünlük" ve "bakirlik" özellikleri ile dikkat çekmektedir.

Osmaniye'den başlayarak yaklaşık 850 m. yüksekliğe kadar maki formasyonu ve kızılçamların yaygın olduğu tipik Akdeniz kuşağı görülür. Bu yükseltiden sonra yaprakdöken ağaçlarla birlikte karasal Akdeniz orman kuşağı başlar. Nemli ormanları oluşturan doğu kayınının en uygun yayılış alanınının 1500–1800 m. arasında olmasına rağmen, daha düşük yükseltilerde de derin topraklı kuzey bakılarda, nemli vadilerde 100 metreden itibaren görülür. Toros göknarı (*Abies cilicica* subsp. *cilicica*), 1600–2100 m. Arasında daha çok gölge yamaçlarda; Toros

sediri (*Cedrus libani*) ise doğu yamaçlarda 550 m. İle 1800–2000 m. arasında yayılış gösterir. Orman sınırından itibaren bitki örtüsü, bodur çalılar ve otsu bitkiler bakımından zengin bir floraya sahip dağlık çayırlardan oluşur(URL–3).

2.4.2.4. Makroskobik Özellikleri

Beyaz meşelerin bir üyesi olan Saplı meşe makroskobik açıdan genel hatlarıyla grubun özelliklerini taşımaktadır. Berkel ve Bozkurt, (1961) yaptıkları araştırmada Beyaz meşeler grubunun dış morfolojik özelliklerini belirlemişlerdir.

Diri odun çoğunlukla dar ve sarımsı beyaz, öz odunu açık kahverengi ile sarımsı kahverengindedir. Kesimden sonra koyulaşır. Taze halde bazen kırmızımsı bir renk de sözkonusudur. Yıllık halka sınırları belirgindir. İlbahar odunu traheleri çok büyüktür, çıplak gözle görülebilir. 1–5 adet genişlikte halka teşkil ederler. Saplı meşede özellikle geniş yıllık halkalarda ilkbahar odunu traheleri 4–5 sıralıdır. İlbahar odunundan yaz odununa 15geçiş daha yavaş ve traheler elips şeklindedir. Saplı meşede ilkbahar odunu traheleri 1–2sıralı, traheler yuvarlak enine kesitte ve geçiş daha hızlıdır. Radyal kesitte traheler kaba iğne çiziklidir. Yaz odunu traheleri çok sayıda ve küçük olup şuleler şeklindedir. Sadece lup altında görülebilirler.

Öz ışınlar tek sıralı ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Kalın olanlar 1 mm' den geniştirler ve kalın öz ışınlarının arası muntazam olmayıp 2–6 mm kadardır. İnce özışınlarının arası ise 0,1 mm' dir. Kalın öz ışınları radyal kesitte kaba aynalar teşkil ederler. Teğet kesitte iğ şeklinde görülürler. Boyuna paransimler enine kesitte lup altında ince, kısatteğet çizgiler halinde ayırt edilmektedir. Dekoratif ve ağır bir odunu vardır (Yaltırık ve Efe, 1998).

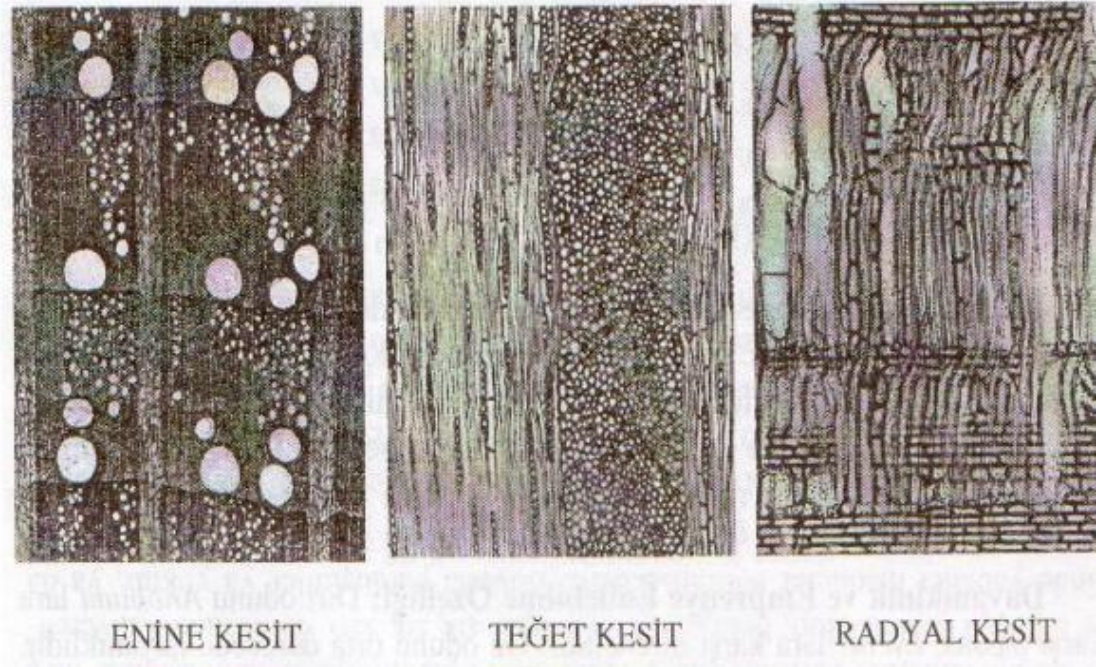
2.4.2.5. Mikroskobik Özellikleri

Traheler tipik halkalı dizilişindedir. İlbahar odununda ortalama trahe teğet çapı 400µm kadar olup çok büyüktür. Tek tek veya çoklu kümeler teşkil ederler. Yaz odunutraheleri küçük (30–140 µm), çok sayıda ve yıllık halka sınırına doğru çaplar azalmaktadır. Perforasyon tablaları basit tiptedir. İçleri fazla miktarda tüllerle

doludur. Boyunaparanşimler çok sayıdadır. Apotraheal dağınık ve apotraheal teğet (tek ve çok sıralı)şeritler teşkil ederler. Paratraheal paranzimler ise vasisentik trahelerle birlikte ilkbahar odunu traheleri ve öz ışınları arasında, ayrıca yaz odunu traheleri arasında gayri muntazam bir şekilde bulunmaktadır (Çamlıbel, 2006).

Öz ışınları iki ayrı genişliktedir. Tek sıralılar; 25 adet hücre yüksekliğine kadar olanlardır ve bunların arasındaki mesafe gayri muntazamdır. Geniş olanlar; 20 hücreden daha geniş (0.5–1.0 mm) ve birkaç cm yüksekliktedirler. Öz ışınları homoselüler yapıdadır. Libriform lifleri, lif traheleri ve vasisentik traheidler esas dokuyu teşekkül ederler. Çeperler kalın ve lümen çapının üçte biri kadardır (Çamlıbel, 2006).

Traheler; halkalı büyük traheli, ilkbahar odunu traheleri çok sıralı, yaz oduntraheleri radyal yönde ve çoğunlukla çatal şeklinde sıralıdır. Saplı meşede; ilkbahar odunu traheleri elips şeklinde 1–5 sıralı yaz odunu traheleri geniş radyal sıralar oluşturur. İlkbahar odununda yaz odununa geçiş vardır. İlkbahar odunu traheleri 150–350 mikrometre, yazodunu traheleri 30–140 mikrometre çaptadır. Milimetre karede ilkbahar odununda 5–13adet, yaz odununda 25 adet kadardır. Tüller çok miktarda görülür. Oran dar yıllık halkalarda % 39.4, geniş yıllık halkalarda % 57.7'dir (Çamlıbel, 2006).



Şekil 2.5. Saplı meşenin mikroskobik görünüşü (Yaltrık ve Efe, 1998).

Saplı meşe odununun kimyasal özelliklerinde; % 40–43 selüloz, % 25–31 lignin, % 19–26 pentozan ihtiva eder (Bozkurt ve Erdin, 1998).1.7. Teknolojik Özellikleri Saplı meşe yüksek yoğunluğa sahip olup, tam kuru yoğunluğu 0.65 gr/cm^3 , havakurusu yoğunluğu ise 0.69 gr/cm^3 kadardır. Saplı meşede radyal daralma % 4.0 teğetdaralma % 7,8, hacmen daralma % 12,2 civarındadır. Saplı meşenin mekanik özellikleri debirçok ağaç türünden daha iyidir. Elastikiyet modülü 11500 N/mm^2 , eğilme direnci 86 N/mm^2 , liflere paralel çekme direnci 88 N/mm^2 , liflere paralel basınç direnci 60 N/mm^2 ve dinamik eğilme direnci 0.59 kgm/cm^2 civarındadır (Bozkurt ve Erdin 2000).

2.4.2.6. Teknik Kurutma Özellikleri

Kantay (1977)'in, yaptığı araştırmada, meşe odunlarının yoğunluğunun yüksek, özışınlarının geniş olması, fazla çalışması, trahelerin tüllerle tıklı olması, fazla miktarda tanen ihtiva etmesi gibi çeşitli doğal özelliklere sahiptir. Bu nedenle yavaş ve güç kuruyan meşe kerestesinin kurutma esnasında çatlama, çarpılma, hücre çökmeleri ve renk değişmesigibi önemli kurutma kusurlarının oluşumuna karşı çok hassas olduğunu tespit etmiştir. Bu kusurlardan kaçınmak ve kaliteli bir kurutma

yapmak için, kurutmanın tüm basamaklarında, özellikle lif doygunluğu rutubet derecesinin üzerinde yavaş ve dikkatli hareket edilmesi önemlidir.

Yine aynı araştırmada elde edilen sonuçlara göre meşe kerestesinin kurutulmasında, kusurların oluşumu üzerine kereste başlangıç rutubeti ile kereste çevresinde bulunan havasın buharı karışımının sıcaklık ve bağıl neminin büyük etkisinin bulunduğu gözlemlenmiştir. Taze haldeki meşe kerestelerinin teknik olarak kurutulmasında lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşıncaya kadar düşük sıcaklık ve yüksek bağıl nem uygulamak suretiyle mümkün olduğu kadar küçük bir rutubet meylili ile hareket edilmesi enine kesit ve yüzey çatlaklarının ve hücre çökmelerinin oluşumunu, kabuklaşma tehlikesini önleme bakımından gerekli bulunmaktadır.

Buna göre, kurutma yapılmamış, yani % 45 rutubet derecesinin üstündeki rutubet derecelerinde bulunan kerestenin lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşıncaya kadar teknik kurutulmasında uygulanacak sıcaklık derecesinin ve denge rutubetinin seçiminde çok dikkatli hareket edilmelidir. Ayrıca koruyucu bir kurutma yapmak için sıcaklığın 45 °C(113 °F) den daha yüksek, bağıl nemin % 90'dan daha düşük olmaması ve böylece denge rutubetinin de % 19,1'den daha düşük bulunmaması gerekli görülmektedir. Böylece lif doygunluğu rutubet derecesine ulaşıldıktan sonra istenilen sonuç rutubete ulaşmak için 65°C (149 °F) sıcaklık derecesine kadar çıkılabilmektedir. Başlangıç rutubetinden yaklaşık olarak % 45 rutubet derecesine kadar bir ön kurutma yapıldıktan sonra teknik olarak kurutulan kerestenin kurutulmasında ise daha yüksek sıcaklık dereceleri kullanılabilir.

Kurutmada şekil değişimleri ve çatlama meydana gelebileceği için çok yavaş bir program uygulanmalıdır (Akgün, 2008).

2.4.2.7. Dayanıklılık ve Emprenye Edilebilirlik Özellikleri

Saplı meşe odununda diri odun az dayanıklı, öz odun dayanıklıdır. Diri odun Lyctus ve Anobium'lara karşı hassastır. Odunu su altında da çok dayanıklıdır. Öz odun çok güç, diri odun kolay emprenye edilir. Tül oluşumu çok az görülen kırmızı meşelerin öz odunları kolay emprenye edilmektedir (Akgün, 2008).

2.4.2.8. Meşe Odununun Kullanım Alanları

Yüksek endüstriyel değere sahip meşe odunu yüzyıllardan beri birçok alanda değerlendirilmektedir. Yakın geçmişe kadar büyük oranda yakacak maksatlarla değerlendirilen meşe odunu günümüzde teknolojik gelişmeye paralel olarak endüstriyel değerini elde etmiş ve daha rasyonel kullanım alanları bulmuştur.

Meşe odununun oldukça geniş kullanım alanı bulmasında Kuzey Yarımküre’ de oldukça fazla tür, yine çok sayıda alttür, varyete ve doğal hibritleri ile ormanlar kurmasının etkili olduğu görülür. Aynı zamanda yoğunluk-direnç oranlarının oldukça uygun olması, işlenme kolaylığı, dekoratif görünüm; özellikle özodununun açık hava koşullarında yüksek doğal dayanımı ve aromatik yapısından kaynaklanan bazı özel avantajlarından dolayı tercih edilir.

Eski Romalılar gibi diğer milletlerin çoğu gemi inşaatında en kıymetli odun olarak meşeyi kullanmışlardır (Gürsu, 1996). Türkiye’ de meşe odunu bu amaçla değerlendirilmiş özellikle Istranca meşesi bu sebeple oldukça tahrip görmüş ve geleceği tehlikeye girmiştir. Diğer taraftan mobilya ve kaplama sanayinde meşenin oldukça geniş bir kullanma yeri bulunmaktadır.

Kaplama levha endüstrisinde meşelerin mümkün mertebe dar ve yeknesak yıllık halkalı olması arzu edilmektedir. Böylece halkalı traheli olan meşe odunu dağınık traheli yapıya yaklaşmakta odun yapısı yeknesaklaşmakta yıllık halka içerisinde yaz odunu iştirak oranının azalmasına bağlı olarak yoğunluğu azalmakta ve kolay işlenebilir bir hal almaktadır. Kaplama levha endüstrisinde, yıllık halka genişliğinin 1,5–2 mm civarında olması uygundur (Berkel, Bozkurt, Göker, 1996). Bunun yanında renginin yeknesak, açık sarımsı veya kırmızımsı kahverenginde olması, imkân nispetinde budak ve su sürgünlerini ihtiva etmemesi, liflerinin düzgün olması, sağlam ve çürüksüz bulunması istenmektedir (Berkel, Bozkurt, Göker, 1969).

Ayrıca, meşe odunu bilhassa toprak altı ve toprak üstü inşaatlarda, maden direği ve travers imalinde, fiçı ve parke yapımında değerlendirilmektedir. Fiçı imali

maksadıyla içerdiği tül teşekkülâtının sağladığı sızdırmazlık özelliği nedeniyle yalnızca beyaz meşe grubu kullanılmakta ve yapısında bulunan tanenin damak tadına hitap etmesi nedeniyle özellikle alkollü içecek fiçılarında tercih edilmektedir (Bozkurt, Göker, 1996).

Taban döşemesi, fiçı ve taşıyıcı kiriş yapımında kullanılacak meşelerde yıllık halkaların geniş (4,2 mm civarında) olması, tam kuru yoğunluğu 0,72 gr /cm³ ve yaz odun iştirak oranını % 63 civarında bulunması uygundur. Diğer taraftan dar yıllık halkalı (yıllikhalka genişliği 0,4 mm, tam kuru yoğunluğu 0,49 gr / cm³ ve yaz odunu iştirak oranı % 20)olan meşelerin kullanılması da uygundur (Gürsu, 1996).

BÖLÜM 3

MATERYAL VE METOD

3.1. AĞAÇ MALZEME

Bu çalışmada; ahşap yapı ve mobilya sektöründe yaygın olarak kullanılan Uludağ Göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *Bornmulleriana*), Saplı Meşe (*Quercus robur* subsp. *pedunculiflora*) ağaçları kullanılmıştır.

Denemede kullanılan ağaç malzeme, piyasadan “Rasgele Seçim” yöntemi ile temin edilmiştir. Temin edilen ağaç malzemeler, hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra yapılacak olan deneylere göre ağaç malzemelerden kaba kesim yapılmıştır. Harmanlama işlemi kontrol grubunu ve diğer grupları temsil edecek şekilde yapılmıştır. 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 Öğretmenliği ana bilim dalı atölye ve laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir.

3.2. KİMYASAL MALZEMELER

3.2.1. Tanalith E

Tanalith E, krom ve arsenik içermeyen vakum-basınç sistemiyle uygulanan yeni nesil, tek seçenek emprenye maddesidir. Avrupa ve ABD’de yönetmeliklerin krom ve arsenik kullanımına yönelik getirdiği kısıtlamalara bağlı olarak geliştirilen Tanalith E, ahşap endüstrisi ve kullanıcıların tüm beklentilerini karşılayan, bağımsız kuruluşlar ve üniversiteler tarafından uzun yıllar süren arazi ve laboratuvar testleri sonunda etkinliği kanıtlanmış, metal aksamda korozyona neden olmayan tek

emprenye maddesidir. Ph' ı %5 konsantrasyonda 9,5 yoğunluğu 1,3 kg/l dir. Çevre ve insan dostu bir emprenye maddesi olan Tanalith E'nin formülünde insan ve çevre sağlığına hiç zararı olmayan azol bileşikleri bulunmaktadır. Tanalith E kokusuzdur. Emprenye işlemi sonucunda ahşabın son boyutlarında bir değişiklik meydana gelmez ve montajda kullanılan metal bağlantı elemanlarında paslanmaya neden olmaz. Emprenye işleminden sonra ahşaplarda açık yeşil renk meydana gelmektedir. Ultraviyole ışınlarının etkisiyle rengi bir süre sonra bal rengine dönüşür.

Tanalith E insanların temas halinde olacağı tüm ahşap birimlerde güvenle kullanılmaktadır: İnşaat sektörü, çevre düzenleme, park, bahçe, çocuk oyun elemanları, iskele üstü ahşapları, çiftlik binaları, hayvan barınakları, sera kerestesi, bağ kazıkları, organik tarım ve tatlısu içinde kullanılan ahşaplar, ambalaj/kargo ahşapları, konteyner, yük vagonları vb. tüm ahşap elemanlar gibi çok yüksek kullanım alanlarına sahiptir. Tanalith E ile emprenye edilen ahşaplar mantar, böcek ve termit tahribatına karşı mükemmel şekilde korunmuş olur (Hemel Emp. San. ve Tic. A.Ş., 2011).

3.2.2. İmersol Aqua

İmersol Aqua su esaslı, insan ve çevre dostu olan şeffaf bir emprenye maddesidir. Ph değeri yoğun çözeltilerde 7, bağıl yoğunluk 1,03 g/ cm³ dür. Zemin seviyesi üzerindeki bütün ahşap elemanların korunması için kullanılır ve daldırma sistemiyle uygulanır. Ahşap elemanları mantar ve böcek tahribatına karşı korur. Emprenyeden sonra ahşabın boyutlarında hiçbir değişiklik meydana gelmez; rutubet miktarında hiçbir artış meydana gelmez (Hemel Emp. San. ve Tic. A.Ş., 2013).

3.2.3. Diamonyum Sülfat

Simgesi (NH₄)₂SO₄. Molekül ağırlığı: 132,14. Özgülağırlığı: 1,77. 280°C'nin üzerinde bozunur. 100 g suda 0°C'de 41,22 g; 25°C'de 43,47 g; 100°C'de 50,42 g çözünür. Sulu çözeltisi zayıf asit özelliğı gösterir. Yangın önleyici kompozisyonlarda kullanılır. Yangın önleyici olarak malzemenin yanma sıcaklığını, ağırlık kaybı

oranını düşürür ve kömür kalıntısı üretiminin artmasına neden olur (Uğur İnternet Hizmetleri, 2012).

3.2.4. Boraks

Boraks bor madeninin en mühim rezervidir. Rezerv bakımında dünyada en çok Türkiye’de bulunmaktadır. Boraks çok güç eriyen sert bir malzemedir (Baysal, 1994). Boraks yanmaya karşı korumada etkilidir. Ancak, suda çözünürlüğü çok düşük olup, %2,52’dir. Ancak diğer koruyucu maddelere karıştırılmak suretiyle kullanılmaktadır (Berkel, 1972).

Özellikleri: Yoğunluğu $2,37 \text{ g/cm}^3$, Suda çözünürlüğü 25 g/l , Molarite’si $201,22 \text{ g/mol}$, Erime noktası $741 \text{ }^\circ\text{C}$, Ph’ı 9-10, Kaynama noktası ise $1575 \text{ }^\circ\text{C}$ ’ dir (Aslan ve Özkaya, 2004).

3.3. SIVI AZOT

Atmosferin %78’ ini oluşturan azot iki temel özelliğiyle, birçok endüstride yoğun olarak kullanılan bir gazdır. Azot birçok malzemeye karşı inert olup, sıvı haldeyken oldukça soğuktur. Bu özellikler Azot’u vazgeçilmez ve emniyetli bir dondurucu ve soğutucu yapar. Sıvı azot, birçok düşük ısı uygulamasının tercih edilen gazıdır. Sıvı azot endüstriyel anlamda ve büyük miktarlarda sıvılaştırılmış havadan destilasyon yoluyla üretilir ve LN2 şeklinde tanımlanırsa da doğru yazılış şekli $\text{N}_2(\text{l})$ dir. Dondurucu bir sıvı olup canlı dokuyla temas etmesi halinde ani donmaya sebep olur. Ortam sıcaklığından uygun şekilde izole edilmesi durumunda, basınç uygulaması gerektirmeyen bir azot gazı kaynağı oluşturur. Suyun donma noktasının çok altındaki sıcaklıklarda kalabilme özelliği sıvı azotun çok değişik alanlarda kullanımını mümkün kılar. Sıvı azot’un yoğunluğu: $0,000808 \text{ g/cm}^3$, Erime Noktası: $77,36 \text{ }^\circ\text{K}$, $-195,79 \text{ }^\circ\text{C}$, $-320,42 \text{ }^\circ\text{F}$, Kaynama Noktası: $77,36 \text{ }^\circ\text{K}$, $-195,79 \text{ }^\circ\text{C}$, $-320,42 \text{ }^\circ\text{F}$ ’ dir (Selç. Üniv. İleri Tek. Ve Uyg. Merk., 2014).



Şekil 3.1. Sıvı azot üretim ünitesi.

3.4. DENEY METODU

3.4.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

Deney numunelerinin hazırlanmasında Göknar, Meşe ağaçlarından seçilen örnekler, TS 1476 standartlarına göre, ağacı temsil edecek şekilde budaksız, ardaksız, sağlam, düzgün lifli, diri odun kısmından, reçinesi ve büyüme kusuru bulunmayan parçalardan seçilerek 2x2x32 cm ölçülerinde hazırlanmıştır.

3.4.2. Hava Kuru Yoğunluk

Örneklerin rutubetleri TS 2471, özgül ağırlıkları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilir. Sonra 0.001 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır.



Şekil 3.2. İklimlendirme dolabı.

3.4.3. Sıvı Azot İşlemleri

İklimlendirme dolabında klimatize edilen 2x2x32 cm boyutlarındaki numuneler kontrol grubu, 15 dakika, 90 (1,5 Saat) dakika ve 6 Saat olacak şekilde 4 gruba ayrılmıştır. Burada kontrol grubu ayrı tutulup diğer örnekler bahsedilen sürelerde Kardemir A.Ş. tesislerinde sıvı azot'a muameleye tabi tutulmuştur. Sıvı azotta belirlenen sürelerde bekletilen numuneler 0.001 g duyarlıklı analitik terazide tekrar tartılmış ve emprenye'ye hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.3. Kardemir A.Ş. enerji tesislerinde deney numunelerinin sıvı azot'a tatbiki.



Şekil 3.4. Kardemir A.Ş. enerji tesislerinde deney numunelerinin sıvı azot'a tatbiki.

3.5. EMPRENYE İŞLEMLERİ

Ahşabın olumsuz şartlara karşı dayanıklılığını arttırabilmek ve ağaç kaynaklarının tükenmesini önlemek için emprenye işlemi; dünyanın geleceği düşünüldüğünde ekolojik ve ekonomik açıdan en uygun çözümdür.

Emprenye, çeşitli yöntemlerle değişik kimyasal maddelerin ahşabın bünyesine emdirilmesi işlemidir. Emprenye işleminin uygulanabilmesi için birçok yöntem bulunmaktadır. Fakat bu yöntemler arasında emprenye maddesinin azami derinliğe işlenmesini sağlayan işlem tankında vakum basınç metodu en etkili ve en ekonomik yöntemdir. Bu yöntemle ahşabın düşmanları olan toprak, su, tuzlu su, her türlü nemli ortam, mantar, böcek ve termit saldırılarının olumsuz etkileri yok edilir. Emprenye işlemi sayesinde ahşabın hizmet ömrü en az on kat artmaktadır. Örneğin, doğal halde 5 yılda çürüyen bir elektrik direği, emprenye işlemi gördükten sonra açık hava şartlarında ve toprakla temas halinde bile, boya dahil hiçbir bakım gerektirmeden en az 50 yıl dayanmaktadır.

Emprenye işlemi, önkoruma olarakta bilinir ve kullanılacak ahşap malzemenin cinsine, sertliğine ve bazen de boyutlarına göre değişiklik gösterir (Termik Mak. San. Ltd. Şti., 2007).

3.5.1. Fırça ile Sürme

Daha önceden sıvı azotta muamele görmüş Gökmar ve Meşe numuneleri dört farklı emprenye maddesinde dört farklı metod'la emprenye işlemine tabi tutulmuştur. Bunlardan birinci metod fırça ile sürme'dir. Dört ayrı kap'ta hazırlanmış tanalith-e, imersol aqua, boraks, diamonyum sülfat maddelerinden fırça kullanılarak deney numunelerinin bütününe sıvılar iyice yedirilerek kurumaya bırakılmıştır.

3.5.2. Kısa Süreli Daldırma

Dört ayrı kap'ta hazırlanmış emprenye maddeleri içerisine gruplandırılmış numuneler 5 dakika süreyle atıldı. Kap içerisinde sıvı ile numunelerin tamamentemas etmesi sağlandı. 5 dakika sonunda sıvıdan çıkarılan numuneler kurumaya bırakıldı.

3.5.3. Uzun Süreli Daldırma

Daha önceden hazırlanmış emprenye kaplarında bulunan emprenye sıvısı içerisine Gökmar ve Meşe numuneleri bırakılarak sıvı ile numunelerin tamamıyla teması

sağlandı. 90 dakika süresince sıvı içerisinde bekletildikten deney numuneleri sıvı içerisinden çıkarılarak kurumak üzere bekleme odasına alındı.

3.5.4. Vakum-Basınç Yöntemi

Basınç sisteminde ilk aşama Gökna ve Meşe numunelerinin kazan içerisine yerleştirilmesidir. Ahşap malzemenin yerleştirilmesi sırasında aralara çita konularak yüzey temasının artırılması sağlanmalıdır. Emprenye işlemi göreceğ ahşap malzeme emprenye işlem tankına alındıktan sonra, işlem tankının kapağı kapatılır. Bu aşamadan sonra ahşap malzeme emprenye işlemine hazırdır.

İlk aşama ön vakum işlemidir. Ön vakumda amaç, ahşabın hücre boşluklarını açmak ve emprenye maddesinin ahşabın özüne kadar işlemlerini sağlamaktır. Ahşabın cinsine ve kuruluşuna göre değişen sürelerde vakum yapılır. Vakum aşamasında alt sınır 600 mmHg' dır. Sistem vakum altındayken emprenye maddesinin emprenye işlem tankına transferi yapılır. Bu sırada vakum git gide düşer ve sıfırlanır. Vakum sıfırlanırken de işlem tankı emprenye maddesi ile dolmuş olur.

Emprenye işlem tankı emprenye maddesi ile tamamen dolduktan sonra basınç aşamasına geçilir. Basınç aşamasında uygulanan 6.0 BAR basınçla emprenye maddesinin diri odunun tümüne nüfuz etmesi sağlanır. Basınç işlemi de ahşabın kullanılacağı alana ve ahşabın cinsine göre değişiklik gösteren sürelerde uygulanır. Basınç aşaması tamamlandıktan sonra emprenye işlem tankı boşaltılır. Boşaltılan emprenye maddesi depolama tanklarına pompalanır.

Ancak emprenye işlemi gören ahşap kuru olarak dışarı çıkmaz. Emprenye işlemi görmüş ahşabın en az 3-4 gün güneş görmeyen bir ortamda kendi halinde kurutulmaya bırakılması gereklidir. Güneş görmeyen ortamda bekletilen deney örnekleri 20 ± 2 °C sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarındaki kabinde değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilip, sonra 0.001 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır (Termik Mak. San. Ltd. Şti., 2007).

3.6. RETENSİYON MİKTARI VE RETENSİYON ORANI

Suda çözünen tuzlar grubundan olan emprenye maddeleri için retensiyon miktarı (R, kg/m³) ve retensiyon yüzdesi (R, %)

$$R = \frac{G.C}{V} \cdot 10 \text{ kg/m}^3 \quad R(\%) = \frac{Moes - Moeö}{Moeö} \cdot 100 \quad \text{kg/m}^3 \quad (1)$$

eşitliklerinden hesaplanmıştır. Burada;

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

V: Örnek hacmi (cm³)

C: Emprenye maddesi çözeltisinin konsantrasyonu (%)

Moes= Emprenye sonrası deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

Moeö= Emprenye öncesi deney örneğinin tam kuru ağırlığı (g)

3.7. MEKANİK ÖZELLİKLER

3.7.1. Eğilme Direnci

Gök nar ve Meşe ağaçlarından hazırlanan 20x20x320 mm boyutlarındaki kontrol ve sıvı azot tatbik edilmiş deney örnekleri emprenye işlemi yapıldıktan sonra örnekler, eğilme test işleminden önce 20 ± 2 °C ve % 65 ± 3 bağıl neme sahip klimatize dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek % 12 rutubete ulaşmaları sağlanmıştır.

Üniversal test makinesinin yükleme mekanizmasının hızı, kırılmanın yükleme anından itibaren 1/2-1 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde ayarlanmıştır. Üniversal test makinesine, dayanak noktaları açıklığı 30 cm olacak şekilde yerleştirilen örneklere, yıllık halkalara teğet yönde ve dayanak açıklığının orta kısmından kırılma işlemi gerçekleşinceye kadar yük uygulanmıştır.

Eğilme direncinin hesaplanmasında;

$$\sigma_e = \frac{3xFl_s}{2bx h^2} \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

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)

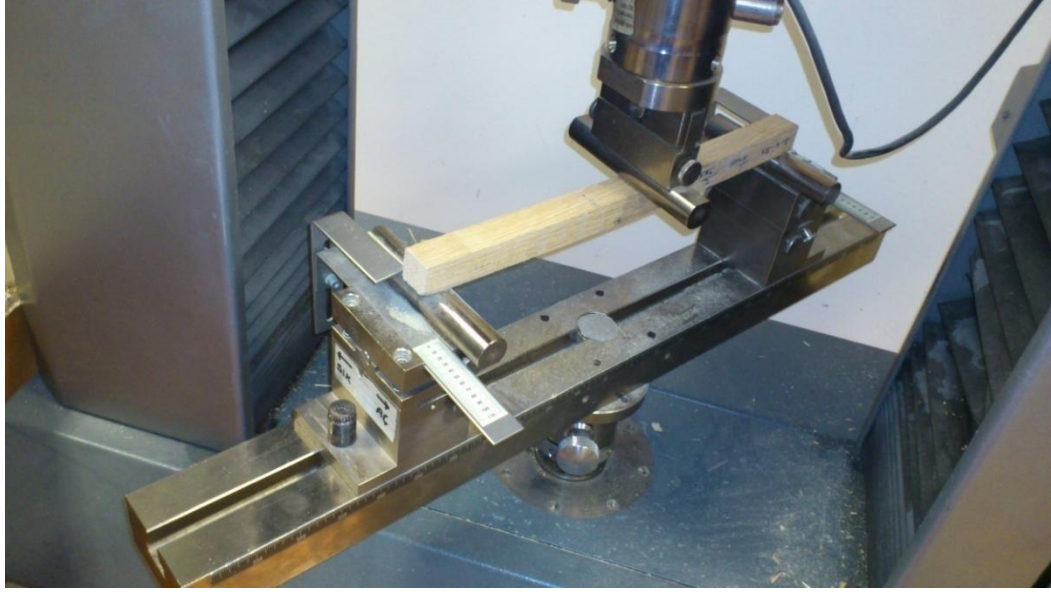
Deneylemlerden sonra her bir örneğin kırılma noktasına yakın yerlerinden 2x2x3 cm boyutlarında örnekler alınıp, TS 2471 ve TS 2472 esaslarına uyularak rutubetleri ve yoğunlukları belirlenmiştir. Örneklerin rutubeti %12'den sapma gösterdiğinde %12 rutubetteki eğilme dirençleri (σ_{e12});

$$\sigma_{e12} = \sigma_e [1-0,04 (12-r)] \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

eşitliğinden yararlanılarak % 12 rutubetteki eğilme direncine çevrilmiştir. Burada;

- σ_{e12} : %12 rutubetteki eğilme dirençleri (N/mm²)
 σ_e : % r rutubetteki eğilme dirençleri (N/mm²)

Üniversal test makinesinde yapılan eğilme deneyi Şekil 3.5'de görülmektedir



Şekil 3.5. Üniversal test cihazında eğilme deneyi.

3.7.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 standardına uyularak belirlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi için eğilme direnci örnekleri kullanılmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 3$ olan iklimlendirme dolabında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Yük eğilme diyagramının belirlenebilmesi için elastikiyet sınırı belirlenmiş, bu değerde gerçekleşmemesi esnasında sınırlar genişletilerek aynı değere tekrar hesaplama yaptırılmıştır. Eğme kuvveti deney örneğine dik olarak sabit bir artış hızıyla uygulanmış ve 30-60-90-120 kgf'lik yüklerde eğilme miktarları belirlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü (E);

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F1 : Birinci yük

F2 : İkinci yük

Δf : Sehim farkı (cm)

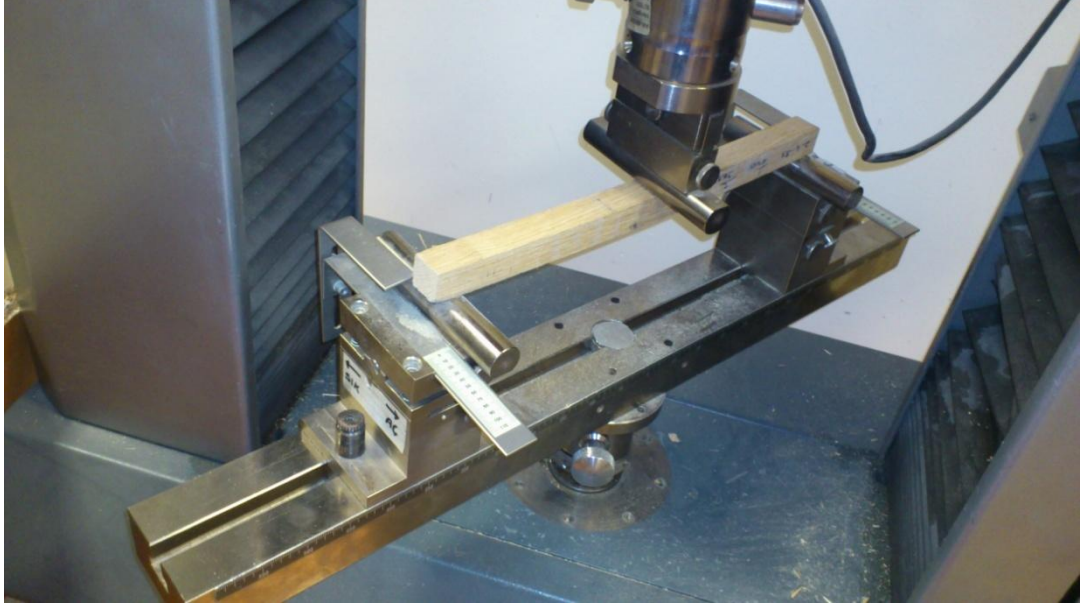
B : Örnek genişliği (cm)
H : Örnek kalınlığı (cm)
Ls : Mesnet açıklığı (cm)

Rutubetleri % 12'den farklı olan örneklerin % 12 rutubetteki elastikiyet modülleri (E_{12});

$$E_{12} = E [1 - 0.02 (12 - r)] \text{ N/mm}^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Üniversal test makinesinde elastikiyet modülü belirlenen deney örneği Şekil 3.6'da görülmektedir.



Şekil 3.6. Üniversal test cihazında eğilmede elastikiyet modülü deneyi.

3.7.3. Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel yönde basınç direnci TS 2595 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Klimatize edilen örnekler, öncelikle 2x2 cm kesit ölçülerine getirilmiş, daha sonra 3 cm boyuntlarında kesilerek TS 2474'e göre numuneler hazırlanmıştır. Ağaç türü, sıvı

azot, emprenye maddesi ve emprenye yöntemine göre her gruptan 8 örnek olmak üzere hazırlanmıştır. Hazırlanan deney numuneleri klimatize dolabından çıkarıldıktan sonra, 0.01 mm hassaslıkla ölçüm yapabilen kumpasla en kesit boyutları ölçülmüş daha sonra lif yönü kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, Şekil 2.4'de görüldüğü gibi üniversal test makinesine yerleştirilmiştir. Üniversal test mekanizması, ezilmenin yükleme anından itibaren 1/2-1 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dk hızla çalıştırılmıştır (TS 2595, 1977). Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, basınç dirençleri (σ_b);

$$\sigma_b = F_{\max} / A \text{ N/mm}^2 \quad \text{eşitliğinden hesaplanmıştır.} \quad (5)$$

Burada,

F_{\max} :Kırılma anındaki maksimum kuvvet

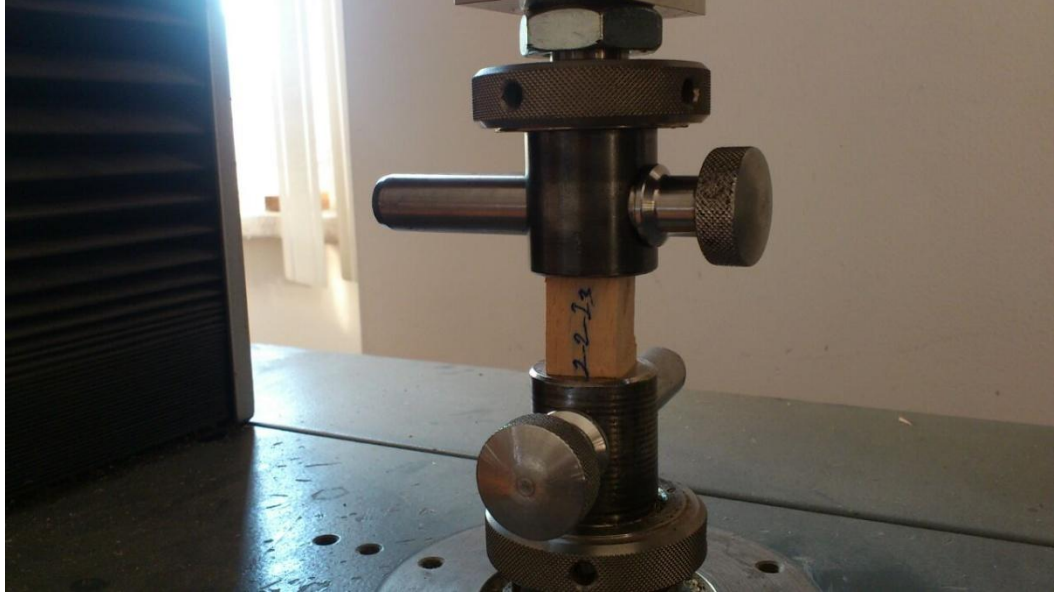
A : Örneğin enine kesit alanı (mm^2)

Deney sonrası örneklerin rutubeti TS 2471'e göre belirlenerek % 12'den sapma gösteren örneklerin basınç direnci değerleri (σ_{b12});

$$\sigma_{b12} = \sigma_b [1-0.05 (12-r)] \text{ N/mm}^2 \quad (6)$$

eşitliği yardımıyla % 12 rutubetteki basınç direncine dönüştürülmüştür.

Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci deney örneği Şekil 3.7'de görülmektedir.



Şekil 3.7. Üniversal test makinesinde liflere paralel basınç direnci.

3.7.4. Dinamik Eğilme Direnci (Şok Direnci)

Ağaç malzemenin ani tesir eden kuvvetlere karşı koyma gücüdür. Dinamik eğilme direnci TS 2477 esaslarına uyularak belirlenmiştir. Klimatize edilen örnekler, dijital kontrollü zımpara makinesinde 1/10 mm hassasiyetle 2x2 cm kesit ölçülerine getirilerek TS 2477'e göre numuneler hazırlanmıştır. Ağaç türü, sıvı azot, emprenye maddesi, ve emprenye yöntemine göre her gruptan 5 örnek olmak üzere numuneler hazırlanmıştır. Deneylerden önce hava kurusu hale getirilen örneklerin ortasından genişlik ve yükseklikleri ± 0.01 mm duyarlıklılı kumpasla ölçülerek kesit yüzeyleri hesaplanmıştır. Göknar ve meşe ağaçlarından hazırlanan 20x20x320 mm boyutlarındaki kontrol ve farklı sürelerde sıvı azot tatbik edilip emprenye muamelesi görmüş deney örnekleri deney işleminden önce 20 ± 2 °C ve % 65 ± 3 bağıl neme sahip klimatize dolabında değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek % 12 rutubete ulaşmaları sağlanmıştır.

Dinamik eğilme direnci, pandüllü çekiç aleti ile hesaplanmıştır. Belli bir yükseklikten serbest olarak düşürülen 10 kg.m iş gücüne sahip çarpma çekici ilk konumda sahip olduğu kinetik enerjisinin bir kısmını örneği kırmak için harcar. Bu nedenle örneği kırdıktan sonraki yüksekliği ile ilk yüksekliği arasındaki fark örneği

kırmak için harcadığı iş miktarı kadardır. Kırılma anında harcanan iş (W) alettteki taksimatlı kadrandan belirlenerek dinamik eğilme direnci ; (σ_{DE})

$$(\sigma_{DE}) = W / b.h \text{ kg.m/cm}^2 \quad (7)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır.

Burada,

w : Kırılma anında harcanan iş (kg.m)

a : Örneğin kalınlığı (cm)

b : Örneğin genişliği (cm)

Deney sonrası örneklerin rutubeti TS 2471'e göre belirlenerek % 12'den sapma gösteren örneklerin dinamik eğilme direnci değerleri ($\sigma_{DE 12}$);

$$\sigma_{DE 12} = \sigma_{DE} [1 - 0.025 (12-r)] \text{ kg.m/cm}^2 \quad (8)$$

eşitliği yardımıyla % 12 rutubetteki dinamik eğilme direncine dönüştürülmüştür.

Üniversal test makinesinde dinamik eğilme direnci deney örneği Şekil 3.8'de görülmektedir.



Şekil 3.8. Pandüllü çekiç makinesinde dinamik eğilme (şok) direnci.

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR

4.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluklar

Sıvı azotta 15 dakika, 90 dakika ve 6 saat süre ile bekletilen ve fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş Gökmar ve Meşe odunlarının ve kontrol gruplarının hava kuruşu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.1’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.2’de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Gök nar ve meşe odunlarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar (gr/cm³).

Emprenye Maddesi	Emprenye Yöntemi	Bekletme Süresi				Bekletme Süresi			
		Gök nar				Meşe			
		15 dakika	90 dakika	6 saat	kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat	kontrol
Tanalith E	Fırça	0,428	0,445	0,446		0,807	0,827	0,814	
	Kısa süreli	0,426	0,433	0,425		0,844	0,790	0,846	
	Uzunsüreli	0,430	0,424	0,467		0,798	0,794	0,820	
	Basınç	0,415	0,442	0,445		0,812	0,823	0,805	
Boraks	Fırça	0,428	0,438	0,442		0,832	0,845	0,817	
	Kısa süreli	0,427	0,437	0,447		0,802	0,819	0,814	
	Uzunsüreli	0,437	0,428	0,435		0,786	0,798	0,787	
	Basınç	0,433	0,435	0,436		0,746	0,852	0,763	
Di a. sülfat	Fırça	0,451	0,448	0,425		0,784	0,846	0,800	
	Kısa süreli	0,442	0,425	0,448		0,838	0,812	0,798	
	Uzunsüreli	0,447	0,442	0,437		0,808	0,813	0,827	
	Basınç	0,440	0,432	0,419		0,784	0,782	0,816	
Imersol Aqua	Fırça	0,443	0,442	0,421		0,824	0,814	0,797	
	Kısa süreli	0,463	0,463	0,436		0,772	0,810	0,790	
	Uzunsüreli	0,455	0,456	0,452		0,825	0,835	0,824	
	Basınç	0,422	0,427	0,434		0,830	0,804	0,795	
Masif	Kontrol	-	-	-	0,448	-	-	-	0,680

Sıvı azotta bekletme süreleri, emprenye yöntemi ve emprenye maddelerinin göknar ve meşe odunlarının yoğunluk değerleri üzerine yapmış oldukları etki tabloda verilmiştir. Tablonun sonucuna göre göknar odunundaki en yüksek yoğunluk değeri, 0,467 ile 6 saat azotta bekletilen, Tanalith-E emprenye maddesi ve uzun süreli daldırma emprenye yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. Gök nar odunundaki en düşük yoğunluk değeri ise, 0,415 ile 15 dakika azotta bekletilen, Tanalith-E emprenye maddesi ve basınç emprenye yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

Tablonun sonucuna göre meşe odunundaki en yüksek yoğunluk değeri, 0,852 ile 90 saat azotta bekletilen, Boraks emprenye maddesi ve basınç emprenye yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. Meşe odunundaki en düşük yoğunluk değeri ise, 0,746 ile 15 dakika azotta bekletilen, Boraks emprenye maddesi ve basınç emprenye yöntemi kullanılarak emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.1.2. Gök nar Retensiyonuna Ait Bulgular

Sıvı azota 15 dakika, 90 dakika, 6 saat ve sıvı azota maruz bırakılmamış, Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile empenye edilmiş göknar odunlarının retensiyon değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.2’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.3’de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Gök nar odunlarının retensiyon oranlarına ilişkin ortalama değerler (%).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	1,2898 (0,314)*	2,0268 (0,204)*	4,1547 (0,290)*	3,2805 (0,136)*
	Boraks	0,6893 (0,201)*	4,0559 (0,190)*	4,9947 (0,191)*	4,5050 (0,438)*
	Diamonyum Sülfat	1,1399 (0,053)*	3,9206 (0,890)*	4,4471 (0,226)*	4,1046 (0,663)*
	Imersol Aqua	1,8767 (1,712)*	2,9212 (0,541)*	4,5778 (0,213)*	4,3431 (0,757)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	1,6028 (0,154)*	3,3485 (0,068)*	5,6987 (0,510)*	4,5313 (0,365)*
	Boraks	1,2027 (0,290)*	4,3762 (0,214)*	4,9904 (0,289)*	3,9524 (0,324)*
	Diamonyum Sülfat	1,6057 (0,321)*	4,9576 (0,152)*	4,6535 (0,411)*	3,6843 (0,516)*
	Imersol Aqua	2,0648 (0,362)*	4,0840 (0,310)*	5,8667 (0,492)*	5,1721 (0,260)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	0,6476 (0,355)*	2,4882 (0,898)*	4,4312 (0,109)*	3,3064 (0,171)*
	Boraks	1,9433 (0,442)*	4,7473 (0,298)*	6,3589 (0,421)*	3,9482 (0,269)*
	Diamonyum Sülfat	2,2920 (0,394)*	4,5705 (0,106)*	5,2522 (0,125)*	3,9676 (0,665)*
	Imersol Aqua	2,1763 (0,817)*	4,2167 (0,595)*	6,2677 (0,059)*	5,6963 (0,627)*
Basınç	Tanalith-E	0,3235 (0,343)*	4,2957 (0,911)*	5,3238 (0,976)	5,7784 (0,833)*
	Boraks	1,5996 (0,825)*	6,1349 (1,258)*	8,4410 (0,462)	5,3128 (0,919)*
	Diamonyum Sülfat	1,9252 (0,624)*	5,1920 (0,911)*	7,4116 (1,633)	8,3510 (0,378)*
	Imersol Aqua	1,1413 (0,612)*	5,8667 (0,817)*	6,1662 (1,459)	5,3941 (0,718)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, empenye yöntemleri ve empenye maddelerinin göknar odunu retensiyon değerlerine ilişkin ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin tamamında en yüksek retensiyon değerleri 90 dakika süre ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmış örneklerde bulunmuştur. Tanalith-E için en yüksek retensiyon değeri, % 5,77 ile empenye

öncesi 6 saat sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek retensiyon değeri, % 8,44 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek retensiyon değeri, % 9,19 ile empenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek retensiyon değeri, % 6,26 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.3. Sıvı azotta bekletme süresi, empenye maddesi ve empenye yönteminin göknar odunu retensiyon değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	1484,870a	63	23,569	52,022	0,000
Sabit Terim	5531,451	1	5531,451	1,221E4	0,000
A:Bekletme Süresi	793,007	3	264,336	583,441	0,000
B:Emprenye Yöntemi	242,767	3	80,922	178,612	0,000
C:Emprenye Maddesi	106,554	3	35,518	78,395	0,000
Etkileşim A*B	71,974	9	7,997	17,651	0,000
Etkileşim A*C	31,342	9	3,482	7,687	0,000
Etkileşim B*C	188,136	9	20,904	46,139	0,000
Etkileşim A*B*C	51,089	27	1,892	4,176	0,000
Hata	115,984	256	0,453		
Toplam	7132,305	320			
Düzeltilmiş Toplam	1600,854	319			

a $R^2 = 0,928$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, sıvı azotta bekletme süreleri, empenye türü ve empenye yöntemleri ayrı ayrı ve sıvı azotta bekletme süresi, empenye türü ve empenye yöntemi aynı anda, göknar odunu retensiyon miktarı üzerinde önemli

bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.4’de verilmektedir.

Çizelge 4.4. Bekletme süresine göre, göknar odunu retensiyon değerlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	1,595 A ^a	Fırça	3,270 A	Tanalith - E	3,283 A
15 dakika	4,450 B	Kısa süreli	3,862 B	Boraks	4,203 B
6 saat	4,708 C	Uzun süreli	3,894 B	Imersol Aqua	4,239 B
90 dakika	5,877 D	Basınç	5,603 C	Diamonyum sülfat	4,904 C

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu retensiyon değerlerine etkileri ayrır ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi retensiyon sonucu, 90 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi retensiyon sonucu basınç uygulamalarında ve emprenye maddelerinde de en iyi retensiyon sonucunu Diamonyum sülfat olarak bulunmuştur.

4.1.3. Meşe Retensiyonuna Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş Meşe odunlarının retensiyon değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.5’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.6’da verilmektedir.

Çizelge 4.5. Meşe odunlarının retensiyon oranlarınınailişkin ortalama değerler (%).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	0,683 (0,089)*	1,347 (0,222)*	3,131 (0,164)*	2,443 (0,359)*
	Boraks	0,652 (0,073)*	1,668 (0,154)*	3,447 (0,354)*	2,423 (0,339)*
	Diamonyum Sülfat	0,571 (0,135)*	2,906 (0,295)*	3,535 (0,204)*	3,059 (0,631)*
	Imersol Aqua	0,784 (0,118)*	1,972 (0,177)*	3,245 (0,095)*	2,230 (0,504)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	0,976 (0,096)*	1,739 (0,240)*	3,458 (0,186)*	2,909 (0,493)*
	Boraks	0,970 (0,185)*	2,872 (0,523)*	3,568 (0,156)*	3,037 (0,662)*
	Diamonyum Sülfat	0,678 (0,159)*	3,170 (0,389)*	3,307 (0,379)*	2,215 (0,194)*
	Imersol Aqua	0,964 (0,248)*	2,579 (0,386)*	3,894 (0,420)*	3,262 (0,600)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	0,525 (0,182)*	2,687 (0,554)*	2,362 (0,318)*	1,926 (0,671)*
	Boraks	1,306 (0,096)*	3,265 (0,532)*	4,212 (0,315)*	2,810 (0,628)*
	Diamonyum Sülfat	1,031 (0,190)*	3,286 (0,699)*	3,341 (0,250)*	2,703 (0,348)*
	Imersol Aqua	1,108 (0,163)*	2,711 (1,263)*	4,131 (1,142)*	3,280 (0,286)*
Basınç	Tanalith-E	0,597 (0,022)*	0,665 (0,202)*	2,854 (0,675)*	2,168 (0,179)*
	Boraks	1,408 (0,150)*	2,161 (0,587)*	3,548 (1,091)*	2,004 (0,842)*
	Diamonyum Sülfat	0,509 (0,028)*	1,762 (0,374)*	2,710 (0,377)*	1,989 (0,829)*
	Imersol Aqua	0,874 (0,124)*	1,179 (0,632)*	2,509 (0,280)*	1,882 (0,545)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin meşe odunu retensiyon değerlerine ilişkin ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin tamamında en yüksek retensiyon değerleri

90 dakika süre ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmış örneklerde bulunmuştur. Tanalith-E için en yüksek retensiyon değeri, % 3,45 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve kısa süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek retensiyon değeri, % 4,21 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek retensiyon değeri, % 3,53 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek retensiyon değeri, % 4,13 ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.6. Sıvı azotta bekletme süresi, empenye maddesi ve empenye yönteminin meşe odunu retensiyon değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	347,981 ^a	63	5,524	26,132	0,000
Sabit Terim	1602,669	1	1602,669	7582	0,000
A:Bekletme Süresi	227,887	3	75,962	359,387	0,000
B:Emprenye Yöntemi	28,103	3	9,368	44,320	0,000
C:Emprenye Maddesi	13,310	3	4,437	20,991	0,000
Etkileşim A*B	9,834	9	1,093	5,169	0,000
Etkileşim A*C	30,419	9	3,380	15,991	0,000
Etkileşim B*C	12,682	9	1,409	6,667	0,000
Etkileşim A*B*C	25,746	27	0,954	4,511	0,000
Hata	54,110	256	0,211		
Toplam	2004,760	320			
Düzeltilmiş Toplam	402,090	319			

a $R^2 = 0.865$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, empenye türü ve empenye yöntemleri ayrı ayrı ve empenye türü ve empenye yöntemi aynı anda, meşe odunu

retensiyon miktarları üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.7’de verilmektedir.

Çizelge 4.7. Bekletme süresine göre, meşe odunu retensiyon değerlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	0,987 A	Basınç	1,801A	Tanalith - E	1,904A
15 dakika	2,113B	Fırça	2,131B	Imersol Aqua	2,288 B
6 saat	2,521C	Kısa süreli	2,475 C	Diamonyum sülfat	2,298 B
90 dakika	3,328 D	Uzun süreli	2,543 C	Boraks	2,459C

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu retensiyon değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi retensiyon sonucu, 90 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi retensiyon sonucu Uzun süreli daldırma uygulamalarında ve emprenye maddelerinde de en iyi retensiyon sonucunu Boraks olarak bulunmuştur.

4.1.4. Göknar Odununun Eğilme Direncine Ait Bulgular

Emprenye öncesi Sıvı azot uygulaması, fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş göknar odunlarının eğilme direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.8’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.9’da verilmektedir.

Çizelge 4.8. Göknar odunlarının eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm^2).

Emprenye	Emprenye	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat

Yöntemi	Türü				
Fırça	Tanalith-E	74,720 (2,957)*	72,038 (5,555)*	78,412 (9,171)*	64,466 (3,935)*
	Boraks	69,622 (5,297)*	63,664 (4,167)*	63,340 (9,887)*	77,738 (8,484)*
	Diamonyum Sülfat	84,576 (1,309)*	74,098 (8,398)*	69,264 (13,388)*	73,284 (5,114)*
	Imersol Aqua	53,950 (10,571)*	59,578 (10,937)*	77,946 (7,555)*	75,456 (9,642)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	64,132 (16,858)*	68,448 (4,884)*	73,396 (5,760)*	67,916 (16,178)*
	Boraks	50,230 (1,341)*	67,050 (9,063)*	67,892 (3,904)*	70,944 (5,502)*
	Diamonyum Sülfat	66,364 (5,937)*	83,710 (4,490)*	73,522 (12,649)*	76,972 (10,345)*
	Imersol Aqua	60,404 (6,950)*	70,992 (13,927)*	70,130 (10,070)*	64,842 (6,889)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	64,378 (6,945)*	74,110 (5,750)*	65,776 (13,143)*	75,130 (6,241)*
	Boraks	54,690 (11,666)*	68,484 (7,420)*	72,936 (2,810)*	72,884 (5,815)*
	Diamonyum Sülfat	74,402 (4,146)*	68,038 (7,613)*	80,722 (5,868)*	73,266 (14,539)*
	Imersol Aqua	65,814 (0,597)*	67,660 (11,349)*	73,276 (1,110)*	75,764 (7,790)*
Basınç	Tanalith-E	72,864 (0,498)*	77,946 (4,417)*	73,234 (6,360)*	61,820 (9,514)*
	Boraks	64,446 (16,875)*	73,016 (8,808)*	72,292 (5,177)*	73,292 (2,065)*
	Diamonyum Sülfat	61,038 (1,380)*	69,084 (8,337)*	72,826 (6,861)*	76,368 (5,315)*
	Imersol Aqua	72,122 (0,010)*	71,766 (1,009)*	58,332 (10,845)*	64,392 (6,451)*

* Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin göknar odunu eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek eğilme direnci değeri, 78,41 N/mm² ile emprenye öncesi 90 dakika sıvı azota

maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek eğilme direnci değeri, 77,73 N/mm² ile empenye öncesi 6 saat sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek eğilme direnci değeri, 84,57 N/mm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek eğilme direnci değeri, ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.9. Sıvı azotta bekletme süresi, empenye maddesi ve empenye yönteminin göknar odunu eğilme direnci değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	14410,509 ^a	63	228,738	3,214	0,000
Sabit Terim	1561890,762	1	1561890,762	21950	0,000
A:Bekletme Süresi	1752,525	3	584,175	8,208	0,000
B:Emprenye Yöntemi	231,421	3	77,140	1,084	0,356
C:Emprenye Maddesi	1932,807	3	644,269	9,053	0,000
Etkileşim A*B	1889,352	9	209,928	2,950	0,002
Etkileşim A*C	1525,634	9	169,515	2,382	0,013
Etkileşim B*C	1059,200	9	117,689	1,654	0,101
Etkileşim A*B*C	6019,570	27	222,947	3,133	0,000
Hata	18218,920	256	71,168		
Toplam	1594520,191	320			
Düzeltilmiş Toplam	32629,429	319			

a $R^2 = 0,442$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, sıvı azotta bekletme süresi ve empenye maddeleri ayrı ayrı eğilme direnci üzerinde önemli bulunmuş, sıvı azotta bekletme

süreleri, emprenye türü ve emprenye yöntemi aynı anda, göknar odunu eğilme direnci üzerinde önemli bulunmuştur.

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.10'da verilmektedir.

Çizelge 4.10. Bekletme süresine göre, göknar odunu eğilme direnci değerlerine ait % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	65,859 A	Kısa süreli	68,559 A	Imersol Aqua	67,651 A
15 dakika	70,605 B	Basınç	69,677 A	Boraks	67,657 A
90 dakika	71,456 B	Uzun süreli	70,458 A	Tanalith - E	70,549 B
6 saat	71,533 B	Fırça	70,759 A	Diamonyum sülfat	73,595 C

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu eğilme direnci değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en yüksek eğilme direnci değerleri, 6 saat sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamış, emprenye maddelerinde de en yüksek eğilme direnci değeri Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur.

4.1.5. Meşe Odununun Eğilme Direncine Ait Bulgular

Emprenye öncesi sıvı azot uygulaması, fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş meşe odunlarının eğilme direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.11'de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.12'de verilmektedir.

Çizelge 4.11. Meşe odunlarının eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	129,27 (2,064)*	123,18 (6,554)*	126,75 (15,732)*	131,74 (5,080)*
	Boraks	108,19 (12,855)*	124,46 (9,133)*	134,81 (13,659)*	120,98 (16,437)*
	Diamonyum Sülfat	142,35 (2,853)*	118,22 (19,243)*	110,37 (24,377)*	126,98 (7,229)*
	Imersol Aqua	134,38 (6,769)*	115,91 (7,893)*	139,05 (9,685)*	114,38 (14,482)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	126,16 (9,289)*	124,79 (11,795)*	126,67 (16,348)*	128,64 (9,853)*
	Boraks	133,88 (8,024)*	119,05 (10,581)*	121,65 (11,860)*	113,83 (19,948)*
	Diamonyum Sülfat	129,11 (8,434)*	123,55 (6,786)*	127,17 (14,184)*	133,28 (11,551)*
	Imersol Aqua	122,69 (11,480)*	125,89 (6,806)*	135,28 (8,348)*	119,77 (16,700)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	130,01 (4,272)*	135,74 (5,141)*	127,55 (8,845)*	135,61 (9,010)*
	Boraks	132,95 (4,140)*	133,77 (5,980)*	134,97 (9,300)*	132,84 (7,674)*
	Diamonyum Sülfat	114,69 (1,851)*	120,03 (13,812)*	137,29 (7,1142)*	139,90 (7,431)*
	Imersol Aqua	129,68 (9,618)*	128,18 (7,411)*	126,62 (12,185)*	122,31 (13,466)*
Basınç	Tanalith-E	105,09 (25,105)*	119,77 (11,297)*	118,74 (16,992)*	132,54 (13,980)*
	Boraks	120,99 (26,821)*	129,02 (13,404)*	117,90 (14,804)*	120,03 (15,294)*
	Diamonyum Sülfat	148,49 (25,789)*	135,63 (5,436)*	124,89 (20,768)*	130,04 (21,956)*
	Imersol Aqua	123,86 (26,701)*	127,00 (17,027)*	135,60 (5,736)*	131,08 (7,122)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin meşe odunu eğilme direnci değerlerine ilişkin ortalamalarına göre,

fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında; Tanalith-E için en yüksek eğilme direnci değeri, 135,61 N/mm² ile empenye öncesi 6 saat sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek eğilme direnci değeri, 134,97 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek eğilme direnci değeri, 148,49 N/mm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek eğilme direnci değeri, 139,05 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.12. Emprenye maddesi ve empenye yönteminin meşe odunu eğilme direnci değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	21903,817 ^a	63	347,680	2,103	0,000
Sabit Terim	5145110,344	1	5145110,344	31110	0,000
A:Bekletme Süresi	285,489	3	95,163	0,575	0,632
B:Emprenye Yöntemi	1246,131	3	415,377	2,512	0,059
C:Emprenye Maddesi	631,106	3	210,369	1,272	0,284
Etkileşim A*B	1614,062	9	179,340	1,085	0,375
Etkileşim A*C	4221,834	9	469,093	2,837	0,003
Etkileşim B*C	3827,962	9	425,329	2,572	0,008
Etkileşim A*B*C	10077,233	27	373,231	2,257	0,001
Hata	42332,123	256	165,360		
Toplam	5209346,285	320			
Düzeltilmiş Toplam	64235,940	319			

a $R^2 = 0,341$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, sıvı azotta bekletme süresi, empenye maddeleri ve empenye yöntemleri tek başlarına eğilme direnci üzerinde önemli

bulunmamışlardır. Sıvı azotta bekletme süreleri, emprenye türü ve emprenye yöntemi aynı anda, meşe odunu eğilme direnci üzerinde önemli bulunmuştur.

Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.13’de verilmektedir.

Çizelge 4.13. Meşe odunu kontrol gruplarının eğilme direnci değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
15 dakika	125,26 A	Fırça	125,06 A	Boraks	124,96 A
Kontrol	126,99 A	Kısa süreli	125,71 A	Tanalith - E	126,39 A
6 saat	127,12 A	Basınç	126,29 A	Imersol Aqua	126,98 A
90 dakika	127,83 A	Uzun süreli	130,14A	Diamonyum sülfat	128,87 A

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin meşe odunu eğilme direnci değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulaması, emprenye yöntemleri ve emprenye maddeleri kendi aralarında etkileştirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

4.1.6. Gökmar Odununun Eğilmede Elastikiyet Modülü’ne Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş gökmar odunlarının eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.14’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.15’de verilmektedir.

Çizelge 4.14. Göknar odunlarının eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	7772,2 (1769,14)*	7495,8 (1226,49)*	9432,2 (1117,45)*	8311,0 (1236,83)*
	Boraks	7732,3 (2305,36)*	8442,4 (625,55)*	7710,6 (1258,14)*	9323,8 (928,00)*
	Diamonyum Sülfat	7046,4 (2254,69)*	8334,2 (1213,61)*	8158,2 (1613,70)*	9273,8 (516,56)*
	Imersol Aqua	7448,2 (1255,92)*	7345,4 (1427,85)*	9328,2 (681,01)*	9582,0 (1308,66)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	8007,3 (2097,22)*	8435,4 (182,34)*	8998,8 (627,27)*	8364,8 (1804,44)*
	Boraks	7492,6 (159,38)*	8147,0 (944,58)*	8134,0 (473,41)*	8455,4 (768,46)*
	Diamonyum Sülfat	8612,6 (336,31)*	10030,0 (705,71)*	8754,4 (1399,04)*	9836,4 (691,97)*
	Imersol Aqua	7305,9 (589,34)*	8504,8 (1572,36)*	8545,2 (1305,00)*	7561,0 (1070,93)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	8152,2 (1230,72)*	8578,0 (1079,02)*	8624,2 (1372,73)*	8626,8 (895,86)*
	Boraks	7982,0 (356,01)*	8279,4 (925,18)*	8501,8 (273,78)*	8960,6 (908,07)*
	Diamonyum Sülfat	9344,8 (1088,87)*	8593,2 (1014,76)*	9719,0 (830,48)	8222,4 (1527,72)*
	Imersol Aqua	8818,8 (67,36)*	8289,8 (1379,93)*	9026,6 (222,06)*	8942,4 (856,05)*
Basınç	Tanalith-E	8901,6 (74,49)*	9575,2 (786,34)*	8909,8 (722,29)*	7875,4 (844,10)*
	Boraks	7587,8 (2934,69)*	9576,2 (1164,51)*	9852,8 (824,69)*	9587,8 (272,67)*
	Diamonyum Sülfat	7434,2 (201,01)*	9233,8 (575,93)*	9674,4 (1202,13)*	9356,8 (633,22)*
	Imersol Aqua	8097,8 (209,23)*	9435,0 (617,37)*	7888,8 (841,51)*	7798,4 (1097,23)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin göknar odunu eğilmede elastikiyet direnci değerlerine ilişkin

ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 9432,2 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 9852,8 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 10030 N/mm² ile empenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve kısa süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 9582 N/mm² ile empenye öncesi 6 saat sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.15. Sıvı azotta bekletme süresi, empenye maddesi ve empenye yönteminin göknar odunu elastikiyet değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	2,845E8 ^a	63	4516348,583	3,773	0,000
Sabit Terim	2,327E10	1	2,327E10	19440	0,000
A:Bekletme Süresi	3,288E7	3	1,096E7	9,155	0,000
B:Emprenye Yöntemi	1,474E7	3	4913585,442	4,105	0,007
C:Emprenye Maddesi	3,519E7	3	1,173E7	9,799	0,000
Etkileşim A*B	6,127E7	9	6808080,533	5,688	0,000
Etkileşim A*C	3,081E7	9	3423824,919	2,860	0,003
Etkileşim B*C	3,487E7	9	3874941,497	3,237	0,001
Etkileşim A*B*C	7,476E7	27	2768923,067	2,313	0,000
Hata	3,064E8	256	1197009,864		
Toplam	2,386E10	320			
Düzeltilmiş Toplam	5,910E8	319			

a $R^2 = 0,481$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, emprenye türü ve emprenye yöntemleri ayrı ayrı eğilmede elastikiyet modülü direnci üzerinde önemli bulunmamış, emprenye türü ve emprenye yöntemi aynı anda, göknar odunu eğilmede elastikiyet modülü direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.16'da verilmektedir.

Çizelge 4.16. Göknar odunu kontrol gruplarının elastikiyet değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	8009,4A	Kısa süreli	8261,6 A	Boraks	8172,9 A
15 dakika	8518,4 B	Fırça	8384,4 AB	Imersol Aqua	8369,9 A
6 saat	8754,9 B	Uzun süreli	8666,4 BC	Tanalith - E	8503,8 A
90 dakika	8828,7 B	Basınç	8799,1 C	Diamonyum sülfat	9064,9 B

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi eğilmede elastikiyet modülü direnci sonucu, 90 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi eğilmede elastikiyet modülü direnci sonucu basınç uygulamalarında ve emprenye maddelerinde de en iyi eğilmede elastikiyet modülü direncisonucunu Diamonyum sülfat olarak bulunmuştur.

4.1.7. Meşe Odununun Elastikiyet Modülü'ne Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş meşe odunlarının elastikiyet direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge4.17'de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.18'de verilmektedir.

Çizelge 4.17. Meşe odunlarının eğilmede elastikiyet modülüdeğerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	12536 (38,340)*	12858 (917,446)*	13102 (1866,942)*	13154 (433,300)*
	Boraks	12070 (371,355)*	12849 (1225,719)*	13725 (1057,744)*	12128 (1305,763)*
	Diamonyum Sülfat	14720 (7,668)*	13065 (1465,662)*	12231 (1420,484)*	12293 (799,504)*
	Imersol Aqua	12700 (1249,902)*	11860 (374,040)*	13229 (686,779)*	12509 (1055,003)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	12290 (1047,245)*	12927 (1083,289)*	13043 (1161,462)*	12551 (1221,649)*
	Boraks	12452 (151,171)*	12661 (749,406)*	12017 (985,665)*	12769 (682,102)*
	Diamonyum Sülfat	12911 (904,837)*	12210 (1168,064)*	12822 (798,629)*	13768 (413,406)*
	Imersol Aqua	11933 (880,737)*	13218 (923,613)*	13087 (1145,126)*	12292 (1701,769)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	12449 (890,049)*	13552 (185,731)*	13324 (999,712)*	13722 (746,628)*
	Boraks	13034 (691,773)*	13418 (704,298)*	13483 (602,476)*	13077 (760,424)*
	Diamonyum Sülfat	12227 (476,518)*	12630 (1385,025)*	13783 (494,283)*	13670 (1017,010)*
	Imersol Aqua	12215 (264,002)*	13559 (820,339)*	13107 (1082,343)*	12350 (1127,321)*
Basınç	Tanalith-E	11848 (700,129)*	12453 (1627,623)*	12448 (1807,265)*	13025 (936,036)*
	Boraks	11795 (2350,277)*	13198 (1054,655)*	12340 (868,051)*	13090 (991,251)*
	Diamonyum Sülfat	14281 (609,067)*	13618 (558,749)*	13216 (1508,156)*	12690 (1713,668)*
	Imersol Aqua	12582 (1902,240)*	12703 (1305,091)*	14094 (167,724)*	13461 (769,075)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin meşe odunu eğilmede elastikiyet direnci değerlerine ilişkin

ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 13552 N/mm² ile emprenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 13725 N/mm² ile emprenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 14720 N/mm² ile emprenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve fırça ile sürme yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek eğilmede elastikiyet direnci değeri, 14094 N/mm² ile emprenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.18. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin meşe odunu elastikiyet değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	1,251E8 ^a	63	1985332,981	1,779	0,001
Sabit Terim	5,323E10	1	5,323E10	4,769E4	0,000
A:Bekletme Süresi	5766087,084	3	1922029,028	1,722	0,163
B:Emprenye Yöntemi	5721427,659	3	1907142,553	1,709	0,166
C:Emprenye Maddesi	5975882,809	3	1991960,936	1,785	0,151
Etkileşim A*B	1,207E7	9	1341439,492	1,202	0,294
Etkileşim A*C	2,060E7	9	2289237,964	2,051	0,034
Etkileşim B*C	1,456E7	9	1617376,367	1,449	0,167
Etkileşim A*B*C	6,038E7	27	2236299,847	2,004	0,003
Hata	2,857E8	256	1116116,420		
Toplam	5,364E10	320			
Düzeltilmiş Toplam	4,108E8	319			

a $R^2 = 0,304$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, emprenye türü ve emprenye yöntemleri ayrı ayrı eğilme direnci üzerinde önemli bulunmamış, emprenye türü ve emprenye

yöntemi aynı anda, meşe odunu eğilme direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.19’da verilmektedir.

Çizelge 4.19. Meşeodunu kontrol gruplarının elastikiyet değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	12690 A	Kısa süreli	12747 A	Imersol Aqua	12806 A
6 saat	12909 AB	Fırça	12814 A	Boraks	12819 A
15 dakika	12924 AB	Basınç	12928 A	Tanalith - E	12830 A
90 dakika	13066 B	Uzun süreli	13100 A	Diamonyum sülfat	13133 A

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu eğilme direnci değerlerine etkileri ayırır ayırır incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi eğilme direnci sonucu, 90 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamışve emprenye maddelerinde ise gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

4.1.8. Göknar Odununun Liflere Parellel Basınç Direncine Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş göknar odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.26’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.27’de verilmektedir.

Çizelge 4.26. Gök nar odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	46,430 (3,289)*	52,944 (5,376)*	53,720 (3,056)*	50,546 (4,779)*
	Boraks	49,186 (3,228)*	47,218 (6,361)*	47,502 (3,669)*	51,284 (4,881)*
	Diamonyum Sülfat	51,646 (4,554)*	53,554 (4,614)*	48,470 (6,939)*	55,460 (4,630)*
	Imersol Aqua	49,550 (4,573)*	47,490 (6,186)*	53,194 (3,304)*	50,996 (6,337)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	51,760 (5,354)*	50,912 (1,619)*	48,900 (2,934)*	50,858 (4,226)*
	Boraks	46,032 (1,569)*	53,300 (4,050)*	50,772 (2,020)*	53,172 (5,205)*
	Diamonyum Sülfat	51,228 (3,925)*	52,316 (7,239)*	49,594 (3,520)*	48,778 (3,996)*
	Imersol Aqua	48,910 (6,702)*	52,166 (5,474)*	48,916 (6,745)*	50,098 (7,483)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	51,324 (5,375)*	56,056 (4,219)*	56,012 (5,423)*	47,988 (2,711)*
	Boraks	48,326 (1,664)*	49,246 (5,505)*	49,696 (4,685)*	51,912 (4,818)*
	Diamonyum Sülfat	53,704 (1,481)*	53,294 (6,788)*	53,184 (2,957)*	50,202 (4,408)*
	Imersol Aqua	49,732 (2,859)*	54,110 (4,104)*	48,042 (1,113)*	50,672 (3,215)*
Basınç	Tanalith-E	44,274 (9,019)*	54,022 (5,797)*	53,378 (5,723)*	47,252 (3,557)*
	Boraks	50,330 (3,564)*	58,256 (5,830)*	60,228 (2,880)*	52,900 (4,893)*
	Diamonyum Sülfat	49,692 (7,618)*	58,116 (4,450)*	57,176 (7,652)*	54,370 (3,747)*
	Imersol Aqua	51,946 (2,924)*	52,550 (6,003)*	51,226 (3,943)*	50,146 (1,827)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin göknar odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin

ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 56,05 N/mm² ile empenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 60,22 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 58,11 N/mm² ile empenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 54,11 N/mm² ile empenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.27. Emprenye maddesi ve empenye yönteminin göknar odunu liflere paralel basınç değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	2994,460 ^a	63	47,531	2,037	0,000
Sabit Terim	843708,231	1	843708,231	3,616E4	0,000
A:Bekletme Süresi	445,850	3	148,617	6,370	0,000
B:Emprenye Yöntemi	293,566	3	97,855	4,194	0,006
C:Emprenye Maddesi	169,103	3	56,368	2,416	0,067
Etkileşim A*B	487,602	9	54,178	2,322	0,016
Etkileşim A*C	272,727	9	30,303	1,299	0,238
Etkileşim B*C	540,812	9	60,090	2,576	0,007
Etkileşim A*B*C	784,800	27	29,067	1,246	0,193
Hata	5972,678	256	23,331		
Toplam	852675,369	320			
Düzeltilmiş Toplam	8967,139	319			

a $R^2 = 0,334$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, empenye türü ve empenye yöntemleri ayrı ayrı liflere paralel basınç direnci üzerinde önemli bulunmamış, empenye türü ve

emprenye yöntemi aynı anda, göknar odunu liflere paralel basınç direnci üzerinde önemli bulunmamıştır. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.28’de verilmektedir.

Çizelge 4.28. Göknar odunu kontrol gruplarının liflere paralel basınç değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	49,629 A	Kısa süreli	50,481 A	Imersol Aqua	50,608 A
6 saat	51,039 AB	Fırça	50,574 A	Tanalith - E	51,023 AB
90 dakika	51,039 BC	Uzun süreli	51,468 AB	Boraks	51,210 AB
15 dakika	51,875 C	Basınç	52,866 B	Diamonyum sülfat	52,549 B

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu liflere paralel basınç değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi liflere paralel basınç sonucu, 15 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi liflere paralel basınç sonucu basınç uygulamalarında ve emprenye maddelerinde de en iyi liflere paralel basınç sonucunu Diamonyum sülfat olarak bulunmuştur.

4.1.9. Meşe Odununun Liflere Paralel Basınç Direncine Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş meşe odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.29’da ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.30’da verilmektedir.

Çizelge 4.29.Meşe odunlarının liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (N/mm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	84,708 (0,887)*	81,612 (7,308)*	86,304 (4,783)*	83,290 (4,966)*
	Boraks	82,962 (1,053)*	82,266 (1,533)*	85,022 (4,460)*	80,848 (12,707)*
	Diamonyum Sülfat	85,774 (2,936)*	84,878 (7,272)*	84,298 (10,005)*	82,870 (5,262)*
	Imersol Aqua	86,648 (4,579)*	77,854 (5,677)*	84,068 (6,506)*	83,440 (4,097)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	87,222 (1,429)*	78,860 (9,250)*	82,636 (6,377)*	78,204 (7,561)*
	Boraks	79,932 (9,682)*	80,192 (5,653)*	84,674 (6,052)*	82,824 (2,460)*
	Diamonyum Sülfat	80,470 (8,313)*	81,694 (3,510)*	83,170 (4,922)*	80,394 (4,458)*
	Imersol Aqua	88,660 (0,904)*	80,418 (4,272)*	87,930 (6,415)*	79,820 (3,577)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	84,222 (5,863)*	86,652 (3,846)*	85,162 (1,338)*	84,878 (3,250)*
	Boraks	86,304 (2,713)*	78,354 (5,182)*	79,926 (2,586)*	85,980 (6,036)*
	Diamonyum Sülfat	75,118 (14,07)*	83,636 (2,922)*	84,510 (2,047)*	70,580 (14,631)*
	Imersol Aqua	87,756 (1,949)*	85,756 (3,771)*	82,070 (3,903)*	70,078 (4,427)*
Basınç	Tanalith-E	93,550 (4,919)*	88,500 (3,820)*	82,426 (3,820)*	78,064 (8,549)*
	Boraks	84,158 (4,161)*	83,616 (3,586)*	85,166 (2,785)*	85,094 (1,522)*
	Diamonyum Sülfat	85,820 (3,150)*	85,082 (4,165)*	87,678 (5,392)*	80,232 (5,275)*
	Imersol Aqua	80,022 (4,502)*	86,888 (2,565)*	87,864 (4,739)*	78,352 (4,046)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin meşe odunu liflere paralel basınç direnci değerlerine ilişkin

ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 93,55 N/mm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 86,30 N/mm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 87,67 N/mm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve basınç yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek liflere paralel basınç direnci değeri, 88,66 N/mm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve kısa süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.30. Emprenye maddesi ve empenye yönteminin meşe odunu liflere paralel basınç değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	5120,383 ^a	63	81,276	2,508	0,000
Sabit Terim	2208994,189	1	2208994,189	6,817E4	0,000
A:Bekletme Süresi	972,105	3	324,035	10,000	,0000
B:Emprenye Yöntemi	337,517	3	112,506	3,472	0,017
C:Emprenye Maddesi	145,903	3	48,634	1,501	0,215
Etkileşim A*B	419,049	9	46,561	1,437	0,172
Etkileşim A*C	789,477	9	87,720	2,707	0,005
Etkileşim B*C	519,441	9	57,716	1,781	0,072
Etkileşim A*B*C	1936,891	27	71,737	2,214	0,001
Hata	8295,413	256	32,404		
Toplam	2222409,985	320			
Düzeltilmiş Toplam	13415,796	319			

a $R^2 = 0,382$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, Emprenye maddeleri tek başına liflere paralel basınç direnci üzerinde önemli bulunmamış, empenye türü ve empenye

yöntemi ve bekletme süresi aynı anda, meşe odunu liflere paralel basınç direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.31’de verilmektedir.

Çizelge 4.31. Meşe odunu kontrol gruplarının liflere paralel basınç değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
6 saat	80,3093 A	Uzun süreli	81,9364 A	Diamonyum sülfat	82,2627 A
15 dakika	82,8911 B	Kısa süreli	82,3188 A	Boraks	82,9574 A
90 dakika	84,5565 B	Fırça	83,5526 AB	Imersol Aqua	82,9765 A
Kontrol	84,5829 B	Basınç	84,5320B	Tanalith - E	84,1431 A

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu liflere paralel basınç değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi liflere paralel basınç sonucu, sıvı azota maruz bırakılmamış kontrol grubu uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi liflere paralel basınç sonucu basınç uygulamalarında ve emprenye maddelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

4.1.10. Göknar Odununun Dinamik Eğilme (Şok) Direncine Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş göknar odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.20’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.21.’de verilmektedir.

Çizelge 4.20. Gök nar odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (kN/cm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	1,400 (0,5477)*	1,440 (0,251)*	1,401 (0,552)*	2,040 (1,003)*
	Boraks	2,400 (0,6519)*	1,600 (0,300)*	1,900 (0,367)*	1,620 (0,668)*
	Diamonyum Sülfat	1,400 (0,1581)*	2,000 (0,200)*	2,480 (0,476)*	1,840 (0,450)*
	Imersol Aqua	2,080 (0,083)*	1,480 (0,204)*	1,260 (0,054)*	2,270 (1,359)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	1,280 (0,083)*	1,700 (0,273)*	1,580 (0,402)*	1,940 (0,750)*
	Boraks	1,860 (0,054)*	1,780 (0,258)*	1,760 (0,251)*	1,400 (0,479)*
	Diamonyum Sülfat	1,400 (0,100)*	1,540 (0,614)*	1,800 (0,640)*	1,580 (0,531)*
	Imersol Aqua	2,000 (0,100)*	1,540 (0,507)*	1,600 (0,300)*	1,220 (0,376)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	2,260 (0,114)*	1,060 (0,134)*	1,820 (0,402)*	1,800 (0,463)*
	Boraks	1,480 (0,083)*	1,960 (0,251)*	1,780 (0,303)*	2,020 (0,804)*
	Diamonyum Sülfat	2,000 (0,100)*	1,980 (0,601)*	2,000 (0,367)*	1,360 (0,313)*
	Imersol Aqua	2,280 (0,083)*	1,700 (0,100)*	1,560 (0,328)*	1,820 (0,303)*
Basınç	Tanalith-E	1,300 (0,100)*	1,560 (0,550)*	1,960 (0,151)*	1,960 (0,804)*
	Boraks	2,060 (0,054)*	1,640 (0,585)*	1,160 (0,089)*	1,720 (0,356)*
	Diamonyum Sülfat	1,780 (0,083)*	1,360 (0,114)*	1,680 (0,334)*	1,800 (0,463)*
	Imersol Aqua	0,960 (0,054)*	1,900 (0,758)*	1,700 (0,100)*	1,840 (0,114)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin göknar odunu şok direnci değerlerine ilişkin ortalamalarına göre, fırça

ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek şok direnci değeri, 2,26 kN/cm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek şok direnci değeri, 2,40 kN/cm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek şok direnci değeri, 2,48 kN/cm² ile empenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek şok direnci değeri, 2,28 kN/cm² ile empenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile empenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.21. Emprenye maddesi ve empenye yönteminin göknar odunu şok direnci değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	32,446 ^a	63	0,515	2,665	0,000
Sabit Terim	942,908	1	942,908	4,879E3	0,000
A:Bekletme Süresi	0,727	3	0,242	1,254	0,291
B:Emprenye Yöntemi	2,100	3	0,700	3,621	0,014
C:Emprenye Maddesi	0,542	3	0,181	0,934	0,425
Etkileşim A*B	2,742	9	0,305	1,576	0,123
Etkileşim A*C	5,766	9	0,641	3,315	0,001
Etkileşim B*C	1,395	9	0,155	,802	0,615
Etkileşim A*B*C	19,176	27	0,710	3,675	0,000
Hata	49,476	256	0,193		
Toplam	1024,830	320			
Düzeltilmiş Toplam	81,922	319			

a $R^2 = 0,396$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, empenye türü ve empenye yöntemleri ayrı ayrı şok direnci üzerinde önemli bulunmamış, empenye türü ve empenye yöntemi aynı anda, göknar odunu şok direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi

uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.22’de verilmektedir.

Çizelge 4.22. Göknarodunu kontrol gruplarının şok direnci değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
15 dakika	1,6400 A	Kısa süreli	1,6238 A	Tanalith - E	1,6563 A
90 dakika	1,7150 A	Basınç	1,6488 A	Imersol Aqua	1,7012 A
Kontrol	1,7462 A	Fırça	1,7887 B	Diamonyum sülfat	1,7500 A
6 saat	1,7650 A	Uzun süreli	1,8050 B	Boraks	1,7588 A

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu şok direnci değerlerine etkileri ayrır ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamış, emprenye yöntemlerinde en iyi şok direnci sonucu uzun süreli daldırma uygulamalarında ve emprenye maddelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

4.1.11. Meşe Odununun Dinamik Eğilme (Şok) Direncine Ait Bulgular

Fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş meşe odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.23’de ve çoğul varyans analizi de Çizelge 4.24’de verilmektedir.

Çizelge 4.23. Meşe odunlarının şok direnci değerlerine ilişkin ortalama değerler (kN/cm²).

Emprenye Yöntemi	Emprenye Türü	Kontrol	15 dakika	90 dakika	6 saat
Fırça	Tanalith-E	3,300 (0,100)*	3,760 (1,266)*	3,660 (0,712)*	3,440 (0,151)*
	Boraks	2,620 (0,567)*	3,180 (1,030)*	4,080 (0,672)*	2,600 (0,738)*

	Diamonyum Sülfat	3,360 (0,409)*	2,760 (0,371)*	3,080 (0,258)*	3,440 (0,151)*
	Imersol Aqua	2,000 (0,100)*	3,520 (0,672)*	3,460 (0,288)*	3,040 (0,801)*
Kısa Süreli Daldırma	Tanalith-E	2,680 (0,083)*	3,040 (0,270)*	3,480 (0,622)*	2,960 (0,507)*
	Boraks	2,660 (0,134)*	3,460 (0,746)*	3,040 (0,952)*	3,000 (0,300)*
	Diamonyum Sülfat	1,720 (0,258)*	2,720 (0,614)*	2,940 (0,646)*	3,360 (0,981)*
	Imersol Aqua	2,100 (0,100)*	3,020 (0,130)*	3,640 (0,114)*	2,320 (0,268)*
Uzun Süreli Daldırma	Tanalith-E	2,800 (0,100)*	3,340 (0,288)*	3,120 (0,576)*	2,480 (1,135)*
	Boraks	2,960 (0,054)*	3,000 (0,374)*	3,320 (0,502)*	2,900 (1,224)*
	Diamonyum Sülfat	3,980 (0,083)*	2,440 (0,658)*	3,160 (0,409)*	2,860 (0,766)*
	Imersol Aqua	3,800 (0,100)*	2,360 (0,230)*	3,160 (0,054)*	3,400 (0,561)*
Basınç	Tanalith-E	2,280 (0,204)*	3,140 (0,798)*	2,620 (0,895)*	3,000 (0,300)*
	Boraks	2,500 (0,100)*	3,180 (0,563)*	2,860 (0,773)*	3,460 (0,350)*
	Diamonyum Sülfat	2,460 (0,151)*	2,700 (0,158)*	3,320 (0,506)*	2,880 (0,454)*
	Imersol Aqua	3,000 (0,100)*	2,640 (0,151)*	2,460 (0,350)*	2,720 (0,712)*

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı vermektedir.

Emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemleri ve emprenye maddelerinin meşe odunu şok direnci değerlerine ilişkin ortalamalarına göre, fırça ile sürme, daldırma ve basınç yöntemlerinin uygulanmasında, Tanalith-E için en yüksek şok direnci değeri, 3,76 kN/cm² ile emprenye öncesi 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Boraks için en yüksek şok direnci değeri, 4,08 kN/cm² ile emprenye öncesi 90 dakika sıvı azota maruz bırakılmış ve fırça ile sürme yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Diamonyum sülfat için en yüksek şok direnci değeri, 3,98 kN/cm² ile emprenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve fırça ile sürme yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Imersol Aqua için en yüksek şok direnci değeri, 3,80 kN/cm² ile emprenye öncesi sıvı azota maruz bırakılmamış ve uzun süreli daldırma yöntemi ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür.

Çizelge 4.24. Emprenye maddesi ve emprenye yönteminin meşe odunu şok direnci değerlerine ilişkin çoğul varyans analizi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi
Düzeltilmiş Model	79,359 ^a	63	1,260	4,173	0,000
Sabit Terim	2857,245	1	2857,245	9,465E3	0,000
A:Bekletme Süresi	9,319	3	3,106	10,291	0,000
B:Emprenye Yöntemi	3,978	3	1,326	4,393	0,005
C:Emprenye Maddesi	1,066	3	,355	1,177	0,319
Etkileşim A*B	16,972	9	1,886	6,247	0,000
Etkileşim A*C	6,244	9	,694	2,298	0,017
Etkileşim B*C	5,432	9	,604	2,000	0,040
Etkileşim A*B*C	36,348	27	1,346	4,460	0,000
Hata	77,276	256	,302		
Toplam	3013,880	320			
Düzeltilmiş Toplam	156,635	319			

a $R^2 = 0,507$

Çoğul varyans analizi sonuçlarına göre, emprenye türü ve emprenye yöntemleri ayrı ayrı şok direnci üzerinde önemli bulunmamış, emprenye türü ve emprenye yöntemi aynı anda, meşe odunu şok direnci üzerinde önemli bulunmuştur. Farklılığın hangi uygulamalarda önemli olduğunu belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.25’de verilmektedir.

Çizelge 4.25. Meşe odunu kontrol gruplarının şok direnci değerlerine ait % 95 güven aralığındaki duncan testi sonuçları.

Sıvı Azotta Bekletme Süresi	Ortalama	Emprenye Yöntemi	Ortalama	Emprenye Maddesi	Ortalama
Kontrol	2,7325 A	Basınç	2,8262 A	Imersol Aqua	2,9150 A
6 saat	2,9912 B	Kısa süreli	2,9463 AB	Diamonyum sülfat	2,9488 A
15 dakika	3,0163 B	Uzun süreli	3,0675 B	Tanalith - E	3,0375 A
90 dakika	3,2125 C	Fırça	3,1125 B	Boraks	3,0513 A

Duncan testi sonuçlarına göre, emprenye öncesi sıvı azot uygulamasının, emprenye yöntemlerinin ve emprenye maddelerinin göknar odunu şok direnci değerlerine etkileri ayrı ayrı incelenmiştir. Sıvı azot uygulamalarında en iyi şok direnci sonucu, 90 dakika sıvı azot uygulamasında, emprenye yöntemlerinde en iyi şok direnci sonucu fırça ile sürme uygulamalarında ve emprenye maddelerinde gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

5.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN SONUÇLAR

5.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluklar

Sıvı azotta 15 dakika, 90 dakika ve 6 saat süre ile bekletilen ve fırça ile sürme, kısa ve uzun süreli daldırma ve basınç yöntemleri kullanılarak, Tanalith-E, Boraks, Diamonyum Sülfat ve Imersol Aqua ile emprenye edilmiş göknar ve meşe odunlarının ve kontrol gruplarının hava kuruşu yoğunluklarında, göknar örnekleri için en yüksek yoğunluk değeri $0,602 \text{ gr/cm}^3$ ile 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış, uzun süreli daldırma yöntemi kullanılarak Diamonyum Sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür. En düşük hava kuruşu yoğunluk değeri ise, kontrol grubu örneklerde $0,520 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur.

Meşe örnekleri için en yüksek yoğunluk değeri $0,698 \text{ gr/cm}^3$ ile 15 dakika sıvı azota maruz bırakılmış, kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak Imersol aqua ile emprenye edilmiş örneklerde görülmüştür. En düşük hava kuruşu yoğunluk değeri ise, kontrol grubu örneklerde $0,600 \text{ gr/cm}^3$ olarak bulunmuştur.

5.1.2. Retensiyon Miktarlarına İlişkin Sonuçlar

Retensiyon değerlerinin, kontrol grubu (sıvı azotta bekletilmemiş) göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer (9,1920) göknar odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak basınç uygulanmış ve Diamonyum Sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise, göknar odunu örneklerinin uzun süreli daldırma yöntemi kullanılarak ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur. Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 222 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 624 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada %

290 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 143 artış görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 255 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 314 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 208 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakika'da % 184 artış görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 584 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 227 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 129 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 187 artış görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 6 saatte % 168 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 427 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 134 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 440 artış görülmüştür.

Meşe için; Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 358 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine 90 dakikada % 428 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 519 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 313 artış görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 254 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 268 artış görülmüştür.

Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine 15 dakikada % 387 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 303 artış görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 411 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 222 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 224 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 272 artış görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre retensiyon miktarındaki en yüksek artış, 90 dakikada % 378 artış görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 151 artış görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 432 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 187 artış görülmüştür.

5.2. MEKANİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN SONUÇLAR

5.2.1. Eğilme Direncine İlişkin Sonuçlar

Eğilme direnci değerlerinin, kontrol grubu göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer ($84,57 \text{ N/mm}^2$) göknar odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak fırça ile sürme ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise ($50,23 \text{ N/mm}^2$), göknar odunu örneklerinin kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak ve Boraks ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 4,9 artış, 6 saatte % 13,7 düşüş görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 6 saatte % 11,6 artış, 90 dakikada % 9 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla

düşüş miktarı ise 90 dakikada % 18,1 ile görülmüştür. İmersol Aqua tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 44,4'lük artış görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 14,4 de görülmüştür. Boraks'da, tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 33,3 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 26,1 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 17,5 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 16,7 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 33,3 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 90 dakikada % 8,4 artış, 15 dakikada % 8,5 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 15,1 ile düşüş görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de 15 dakikada % 6,9 artış, 6 saatte % 15,1 düşüş görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 13,7 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 25,1 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 23,6 ile görülmüştür.

Meşe için; eğilme direnci değerlerinin, kontrol grubu göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer ($148,49 \text{ N/mm}^2$) meşe odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak basınç yöntemi ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise ($105,09 \text{ N/mm}^2$), meşe odunu örneklerinin basınç yöntemi kullanılarak ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş gruplarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E’de 6 saatte % 1,9 artış, 15 dakikada % 4,7 düşüş görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 24,6 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise 90 dakikada % 22,4 ile görülmüştür. İmersol Aqua 90 dakikada % 3,4 artış, 15 dakikada % 13,7 düşüş görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E’de 6 saatte % 1,9 artış, 15 dakikada % 1 düşüş görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise 15 dakikada % 1,1 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da 6 saatte % 3,2 artış, 15 dakikada % 4,3 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua 90 dakika’da % 10,2 artış, 6 saatte % 2,3 düşüş görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E’de 15 dakikada % 4,4 artış, 90 dakikada % 1,8 düşüş görülmüştür. Boraks’da, 90 dakikada % 1,5 artış, 6 saatte % 8,7 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 21,9 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 5,6 ile görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E’de tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 26,1 ile görülmüştür. Boraks’da 15 dakikada % 6,6 artış, 90 dakikada % 2,5 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 15,8 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da tüm örneklerin eğilme dirençlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 9,4 ile görülmüştür.

5.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü’ne İlişkin Sonuçlar

Elastikiyet modülü değerlerinin, kontrol grubu göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer (10030 N/mm^2) göknar odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak fırça ile sürme ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise ($4492,6 \text{ N/mm}^2$), göknar odunu

örneklerinin kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak ve Boraks ile empenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 21,3 artış, 15 dakikada % 3,5 düşüş görülmüştür. Boraks'da kontrol grubu örneklerine göre 6 saatte % 20,5 artış, 15 dakikada % 16,6 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış miktarı ise 6 saatte % 31,6 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da 6 saatte % 28,6 artış, 15 dakikada % 1,3 düşüş görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 12,3 de görülmüştür. Boraks'da, tüm örneklerin elastikiyet modülü artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 88,2 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 16,4 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 16,9 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 5,8 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 12,2 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 90 dakikada % 4 artış, 6 saatte % 12 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da 90 dakikada % 2,3 artış, 15 dakikada % 5,9 düşüş görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 7,5 artış, 6 saatte % 11,5 düşüş görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 29,8 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 30,1 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da 15 dakikada % 16,5 artış, 6 saatte % 3,6 düşüş görülmüştür.

Meşe için; Elastikiyet modülü değerlerinin, kontrol grubu meşe örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer (14720 N/mm²) meşe odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak basınç yöntemi ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise (11848 N/mm²), meşe odunu örneklerinin basınç yöntemi kullanılarak ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş gruplarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 4,9 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 13,7 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise 90 dakikada % 16 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da 90 dakikada % 4,1 artış, 15 dakikada % 6,6 düşüş görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 6,1 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise 90 dakikada % 10,6 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 6 saatte % 6,6 artış, 15 dakikada % 5,4 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 10,7 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 8,8 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 3,4 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 12,7 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 11 ile görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 9,9 ile görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 11,8 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 12,5 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da tüm örneklerin elastikiyet modülü değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 12 ile görülmüştür.

5.2.3. Liflere Paralel Basınç Direncine İlişkin Sonuçlar

Liflere paralel basınç değerlerinin, kontrol grubu göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer ($53,704 \text{ N/mm}^2$) göknar odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak fırça ile sürme ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise ($44,274 \text{ N/mm}^2$), göknar odunu örneklerinin kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak ve Boraks ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 15,7 de görülmüştür. Boraks’da 6 saatte % 4,2 artış, 90 dakikada % 4 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da 6 saatte % 7,3 artış, 90 dakikada % 6,1 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua’da 90 dakikada % 7,3 artış, 15 dakikada % 4,1 düşüş görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 5,5 de görülmüştür. Boraks’da, tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 15,5 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da 15 dakikada % 2,1 artış, 6 saatte % 4,7 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 6,6 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 9,2 artış, 6 saatte % 6,5 düşüş görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 7,4 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 6,5 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da 15 dakikada % 8,8 artış, 90 dakikada % 3,3 düşüş görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 22 ile görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada %19,6 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 16,9 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da 15 dakikada % 1,1 artış, 90 dakikada % 3,4 düşüş görülmüştür.

Meşe için; Liflere paralel basınç değerlerinin, kontrol grubu meşe örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer ($88,660 \text{ N/mm}^2$) meşe odunu gruplarının Emprenye yöntemi olarak Basınç yöntemi ve Di amonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise ($75,118 \text{ N/mm}^2$), meşe odunu örneklerinin Basınç yöntemi kullanılarak ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre 90 dakikada % 1,8 artış, 15 dakikada % 3,6 düşüş görülmüştür. Boraks’da 90 dakikada % 2,4 artış, 15 dakikada % 2,5 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 3,3 ile görülmüştür. İmersol Aqua’da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 11,2 ile görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E’de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 10,3 ile görülmüştür. Boraks’da tüm örneklerin liflere paralel basınç

değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise 15 dakikada % 5,9 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 90 dakikada % 3,3 artış, 6 saatte % 0,9 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 9,9 ile görülmüştür.

Uzun süreli saldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde artış görülmüş, 15 dakikada en fazla artış ise, % 2,8 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, 15 dakikada en fazla düşüş ise, % 12,6 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 90 dakikada % 12,5 artış, 6 saatte % 6 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 20,1 ile görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin liflere paralel basınç değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 16,5 ile görülmüştür. Boraks'da 90 dakikada % 1,1 artış, 15 dakika'da % 0,6 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 90 dakikada % 2,1 artış, 6 saatte % 6,5 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da 90 dakikada % 1,1 artış, 6 saatte % 0,6 düşüş görülmüştür.

5.2.4. Dinamik Eğilme (Şok) Direncine İlişkin Sonuçlar

Şok direnci değerlerinin, kontrol grubu göknar örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer (2,400 N/mm²) göknar odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak fırça ile sürme ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise (0,960 N/mm²), göknar odunu örneklerinin kısa süreli daldırma yöntemi kullanılarak ve Boraks ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 45,7 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş miktarı ise 15 dakikada % 33,3 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da

tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış miktarı ise 90 dakikada % 77,1 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da 6 saatte % 9,1 artış, 90 dakikada % 39,4 düşüş görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 51,5 de görülmüştür. Boraks'da, tüm örneklerin şok direnci düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 32,8 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 28,5 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 39 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 53 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 36 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 32 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 31 ile görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 50,7 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 77,5 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 6 saatte % 1,1 artış, 15 dakikada % 30,8 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 97,9 ile görülmüştür.

Meşe için; Şok direnci değerlerinin, kontrol grubu meşe örneklerinde yapılan karşılaştırılmasında, en yüksek değer (3,980 N/mm²) meşe odunu gruplarının emprenye yöntemi olarak basınç yöntemi ve Diamonyum sülfat ile emprenye edilmiş örneklerde bulunmuştur. En düşük değer ise (1,720 N/mm²), meşe odunu

örneklerinin basınç yöntemi kullanılarak ve Tanalith-E ile emprenye edilmiş grublarında bulunmuştur.

Fırça ile sürme yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 108 ile görülmüştür. Boraks'da 90 dakikada % 55,7 artış, 15 dakikada % 0,7 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da 6 saatte % 2,3 artış, 15 dakikada % 21,7 düşüş görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 76 ile görülmüştür.

Kısa süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 6 saatte % 19,5 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise 15 dakikada % 30 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 95 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 73 ile görülmüştür.

Uzun süreli daldırma yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre 15 dakikada % 19,2 artış, 6 saatte % 11,4 düşüş görülmüştür. Boraks'da 90 dakikada % 12,1 artış, 6 saatte % 2 düşüş görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, 15 dakikada en fazla düşüş ise, % 63 ile görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 15 dakikada % 61 ile görülmüştür.

Basınç yönteminde, Tanalith-E'de kontrol grubu örneklerine göre tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 15 dakikada % 37,7 ile görülmüştür. Boraks'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 6 saatte % 38,4 ile görülmüştür. Diamonyum Sülfat'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde artış görülmüş, en fazla artış ise, 90 dakikada % 34,9 artış görülmüştür. İmersol Aqua'da tüm örneklerin şok direnci değerlerinde düşüş görülmüş, en fazla düşüş ise, 90 dakikada % 18 ile görülmüştür.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Özellikle güç emprenye edilebilen ağaçlarının kullanım alanlarının genişletilmek istenmesi ve katma değer oluşturacak yeni ürünlere dönüştürülmesi hedeflenmektedir. Yenilenebilir kaynakların başında gelen ağaç malzemelerin ahşap yapı sektöründe, kent mobilyalarında, iç dekorasyonda ve mobilya sektöründe ve özellikle dış ortamlarda kullanım imkanları artmaktadır. Özellikle kent mobilyalarında ve kütük evlerde kullanılacak ağaç malzemelerde kullanım ömrünü artırmak için, biyolojik ve mekanik faktörlere karşı ağaç malzeme emprenye maddeleri ve üst yüzey işlem maddeleri ile muamele görmektedir. Ayrıca, ahşap yapı sektöründe kullanılacak olan ağaç malzemeler ise, yangın geciktirici veya yangın önleyici kimyasallar ile biyolojik zararlılara maruz kalabilecek yerlerde de emprenye maddeleri ile emprenye edilmeleri gerekmektedir. Bu gibi yerlerde kullanılacak endüstriyel ağaç malzemelerin kullanım ömrü, emprenye maddesinin retensiyon miktarına bağlıdır. Ağaç malzemenin dış ortamda kullanımı için emprenye maddesinin ağaç malzemeye nüfuz derinliği önemlidir, yüzeyde kalan emprenye maddesi zamanla yıkanarak ağaç malzemenin biyotik faktörlere karşı korumasız kalmasına neden olacaktır. Bu yüzden emprenye işlemi öncesi sıvı azot ile (-196 °C) ağaç malzemenin muamele edilmesi ile fiziksel olarak (donan sıvıların hacminin artması ile) ağaç malzemenin anatomik yapısında değişiklik gerçekleşecek (hücre çeperi ve özellikle geçitlerde) ve emprenye maddesinin ağaç malzemeye nüfuzu kolaylaşacak ve artacaktır. Yapılan çalışma neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Çalışmanın başlıca amacı olan sıvı azot uygulaması ile retensiyon miktarını artırma denemelerinde başarı sağlanmıştır. Meşe ve göknar ağaç malzemelerde farklı zaman periyodlarında uygulanan sıvı azot, her uygulamada retensiyon miktarını artırmıştır.

2. Sıvı azot uygulaması ve retensiyon miktarının artışına bağlı olarak eğilme direnci üzerindeki etkiler araştırılmıştır. Meşe ve göknar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında, farklı uygulama metodlarında eğilme dirençlerinde artışlar ve azalmalar tesbit edilmiştir.
3. Sıvı azot uygulaması ve retensiyon miktarının artışına bağlı olarak eğilmede elastikiyet modülü direnci üzerindeki etkiler araştırılmıştır. Meşe ve göknar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında, farklı uygulama metodlarında eğilme dirençlerinde artışlar ve azalmalar tesbit edilmiştir.
4. Sıvı azot uygulaması ve retensiyon miktarının artışına bağlı olarak şok direnci üzerindeki etkiler araştırılmıştır. Meşe ve göknar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında, farklı uygulama metodlarında eğilme dirençlerinde artışlar ve azalmalar tesbit edilmiştir.
5. Sıvı azot uygulaması ve retensiyon miktarının artışına bağlı olarak liflere paralel basınç üzerindeki etkiler araştırılmıştır. Meşe ve göknar ağaç malzemelerde farklı zaman periyotlarında, farklı uygulama metodlarında eğilme dirençlerinde artışlar ve azalmalar tesbit edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Akgün, E., “Ahşap yüzeylerde kullanılan nanoteknolojik verniklerin dayanım özelliklerinin vernik sistemleriyle karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Zonguldak, 1-100 (2008).
- Anderson, E. L., Pawlak, Z., Owen, N. L. and Feist, W. C., “Infrared studies of wood weathering”, **Applied Spectroscopy**, (45): 641-647 (1991).
- Anonim., “Ağaçlandırma ve silvikültür çalışmaları”, T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Ağaçlandırma ve Silvikültür Dairesi, Ankara, 94 (1987).
- Anonim., “Orman Varlığımız”, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara, 160 (2006).
- Anşin, R. ve Özkan, Z. Abies Mill., “Göknarlar, tohumlu bitkiler (spermatophyta), odunsu taksonlar”, **Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları**, Trabzon, (167): 66-72 (1997).
- Anşin, R. ve Özkan, Z. C., “Tohumlu bitkiler (spermatophyta) odunsu taksonlar, 1.Baskı”, **Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**, Trabzon, 512-513 (1993).
- Aslan, S., “Ağaç dendrolojisi ve odun anatomisi”, **Hacettepe Üniversitesi, Mesleki Teknoloji Yüksek Okulu Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü**, Ankara, 81-104 (1994).
- Arslan, M. ve Çelem, H., “Ankara'nın egzotik ağaç ve çalıları”, **Tübitak, Türkiye Tarımsal Araştırma Projesi Yayınları**, TOGTAG-TARP-2125, Ankara, (2001).
- Aslan, S. ve Özkaya, K., “Farklı kimyasal maddelerle emprenye edilmiş ahşap esaslı levhaların yanma mukavemetinin araştırılması”, **Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi**, Isparta, A(2): 122-140 (2004).
- Atay, İ., “Doğal gençleştirme yöntemleri ıı (önemli ağaç türlerimizin silvikültürel özellikleri ve bu özelliklere göre gençleştirme yöntemlerinin uygulanması)”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını**, No:3012/320, İstanbul, (1982).
- Bağcı, E., “Türkiye abies (göknar) miller türleri üzerinde biyosistematik araştırmalar”, Doktora Tezi, **Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri. Enstitüsü**, Elazığ, 25-30 (1998).

Baysal, E.,“Çeşitli borlu wr bileşiklerinin kızılıgöknar odununun bazı fiziksel özelliklerine etkisi”,Yüksek Lisans Tezi, **KaradenizTeknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Trabzon, 112 (1994).

Berkel, E.,“Ağaç malzeme teknolojisi”,Yüksek Lisans Tezi, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, İstanbul, 1-386 (1972).

Berkel, A., Bozkurt, Y., Göker, Y., “Yerli ardıçlarımızdan boylu ardıç (j. excelsa bieb.) ve kokulu ardıç (j. feotidissima wild.) in teknolojik özellikleri ve kurşun kalem endüstrisine elverişliliği üzerine araştırmalar” **İstanbul.Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınlan.** İ.Ü. Yayın No 2323,O.F. Yayın No 228, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul (1977).

Blanchette, A., Nilsson, T., Daniel, G., and Abad, A.“Biological degradation of wood”,Archaeological Wood Properties, Chemistry and Preservation. Ed:Rowell, M.R., Barbour, R.J. **American Chemical Society**, Washington, DC (1990).

Blazich, F.A. ve Hinesley, L.E., “Propagation of fraser fir”, Journal of Environmental Horticulture. 12, 2, 112-117, (1994).

Bozkurt, Y. ve Göker, Y., “Orman ürünlerinden faydalanma”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**, İstanbul, 284-297 (1981).

Bozkurt, Y. ve Erdin, N.,“Ticarette önemli yabancı ağaçlar”, **İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yayınları**, İstanbul, 26-28 (1989).

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

Bozkurt, A. Y., Göker Y., “Orman ürünlerinden faydalanma”, **İstanbul Üniv. Orman Fakültesi**, İstanbul, 32-50 (1996).

Bozkurt, Y., Erdin, N., “Ağaç teknolojisi ders kitabı”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi**, Yayın no:445, 1, İstanbul, (1997).

Bozkurt, A.Y., Göker, Y., ve Erdin, N.,“Odun anatomisi”, **İstanbul Üniversitesi Orman FakültesiYayınları**, İ.Ü. Rektörlüğü Yayın No:4263, O.F. Yayın No: 466, ISBN 975-404-59, 2-5. (2000).

Budakçı, M., “Pnömatik adezyon deney cihaz tasarımı, üretimi ve ahşap verniklerde denenmesi”, Doktora Tezi, **Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 63-85 (2003).

Cui, M., ve Smith, W, K., “Photosynthesis, water relations and mortality in *abies lasiocarpa* seedlings during natural establishment”, **Tree Physiology** 8, 31-46 (1991).

Çamlıbel, O., “Ormangülü biyokütlesinden mdf üretimi olanaklarının araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Düzce, 52-63 (2006).

Davidson, R., “Variation in germination parameters within and among populations of pacific silver fir on vancouver Island” *Proceedings of an International Symposium of IUFRO Project Group* p 2.04-00, April 23-26. 23-30 (1991).

Davidson vd., Edwards, D, G, W., Sziklai, O, ve El-Kassaby, Y, A., “Genetic variation in germination parameters among populations of pacific silver fir”, *Silvae Genetica* 45, 2–3, 165-171 (1996).

Edwards D.G.W., A new prechilling method for true fir seeds. Proceedings, Joint Meeting of the Intermountain Nurseryman=s Association and Western Forest Nursery Association; 1980; Boise, ID. Gen. Tech. Rep. INT-109. Boise, ID: USDA Forest Service, Intermountain Forest and Range Experiment Station: 58B66 (1981).

Edwards D.G.W., Collection, processing, testing and storage of true fir seeds: areview. In: Oliver CD, Kenady RM, eds. Proceedings, Symposium on the Biologyand Management of True Fir in the Pacific Northwest; 1981; Seattle/Tacoma, WA (1982).

Emerson, J, L., Genetic Variation in Young Fraser Fir Progeny Tests, Master's Thesis, (2004).

Contrib. 45. Seattle: University of Washington, Institute of Forest Resources:113B137.

Erdin, N., “Ağaç malzeme kullanımı ve çevreye etkisi”, *İnterteks İnşaat 2003 Fuarı, Ahşap Seminerleri*, İstanbul, 25-32 (2003).

Franklin, Jerry F., Abies Mill. fir. In: Schopmeyer, C. S., “Technical coordinator. seeds of woody plants in the united states”. *Agric. Handb*, 450. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service: 168-183 (1974).

Genç, M., “Silvikültür tekniği” *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi*, Yayın No: 46, s:102, Isparta (2004)

Gezer, A. Doğu ladini fideciklerinin morfo-genetik özellikleri üzerine araştırmalar” *Ormancılık Araştırma Enstitüsü*, 92. Ankara, (1976).

Genç, M., “Silvikültürün temel esasları” *Süleyman Demirel Üniversitesi Yayını*, No.44,Genişletilmiş 3. Baskı, Isparta, 351 (2012).

Gürsu, T., “Karabük mintikası sapsız meşesinin anatomik ve teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar” *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları*. Muhtelif Yayınlar Serisi No 17, Güzel İstanbul Matbaası, Ankara, (1966).

Findlay, W.P.K. "Preservation of timber in the tropics", *Martinus Nijhoof/DR W. Junk Publishers*, ISBN 90-247-3112-7 Dordrecht, Netherlands (1985).

Hafizoğlu, H., "Orman yan ürünleri kimyası", *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Trabzon, 32-40 (1994).

Hamrick JL. ve Libby WJ., "Variation and selection in western" *U.S. Montane Species: 1. White Fir. Silvae Genetica* 21, 1-2, 29-35 (1972).

Higley, T. L. and King, T. K., "Biological degradation of wood", *Phytopathology*, 69: 1151-1157 (1990).

Houle, G. ve Payette, S., "Seed dynamics of *abies balsamea* and *acer saccharum* in a deciduous forest of northeastern North America" *American Journal of Botany*, 78, 7, 895-905 (1991).

İnternet: *Hemel Emprenye San. ve Tic. A.Ş.*, "Hemel-tanalith-e ahşap koruyucu" [http://hemel.com.tr/tr/urunler/emprenye-urunleri/tanalith-e\(2011\)](http://hemel.com.tr/tr/urunler/emprenye-urunleri/tanalith-e(2011)).

İnternet: *Uğur İnternet Hizmetleri*, "Amonyum Sülfat Nedir? Nerelerde Kullanılır?" <https://www.nkfu.com/amonyum-sulfat-nedir-nerelerde-kullanilir/> (2012).

İnternet: Mobylya Dergisi, "Ahşap malzemenin korunması (emprenye) İle İlgili Sıkça Sorulan Sorular", [http://www.mobilyadergisi.com.tr/yazdir.asp?yazdirtur=381&ad=AH%DEA20MALZEMEN%DDN%20KORUNMASI%20\(EMPRENYE\)%20%DDLE%20%DDL%DDL%DD%20SIK%C7A%20SORULAN%20SORULAR\(2013\)](http://www.mobilyadergisi.com.tr/yazdir.asp?yazdirtur=381&ad=AH%DEA20MALZEMEN%DDN%20KORUNMASI%20(EMPRENYE)%20%DDLE%20%DDL%DDL%DD%20SIK%C7A%20SORULAN%20SORULAR(2013)).

İnternet: *Hemel Emprenye San. ve Tic. A.Ş.*, "Hemel-ımersol Aqua-daldırma Yöntemi ile Uygulanan Su Bazlı Ahşap Emprenye Maddesi Genel Bilgiler" <http://hemel.com.tr/tr/urunler/emprenye-urunleri/imersol-aqua> (2013).

İnternet: *Termik Makina Sanayi Limited Şirketi*, "Emprenye Nedir" <http://www.emprenye-basinclikaplar.com/emprenye-nedir.html> (2014).

İnternet: *Selçuk Üniversitesi İleri Teknoloji Ve Uygulama Merkezi*, "Sıvı Azot (Nitrojen)" <http://www.selcukiltek.com/equipment-107-sivi-azot.aspx>, (2014).

Kantarcı, M.D., "Aladağ kütlesinin (bolu) kuzey aklanındaki uludağ göknarı ormanlarında yükselti iklim kuşaklarına göre bazı ölü örtü ve toprak özelliklerinin analitik olarak araştırılması" *İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 28, 2, 60-116 (1978).

Kantay, R., "Türkiye' nin önemli bazı orman ağaç türleri kerestelerinin teknik kurutma özellikleri üzerine araştırmalar" *İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları*, YayınNo 2491, O.F. Yayın No 269, Matbaa Teknisyenleri Basımevi, İstanbul, (1978).

Kara, R., “Kuzey amanos dağları (hatay-dörtüol) biryofit florası ve epifitik biryofitvejetasyonunun araştırılması”, Yüksek lisans tezi, **Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, (2008).

Kathleen L, S. ve Furnier, G, R., “Genetic variation and population structure in central and isolated populations of balsam fir, abies balsamea (pinaceae)” **American Journal of Botany** 89, 5, 783–791 (2002).

Khell, H., “Eine landschaftsökologische komplexanalyse zu den ursachen extrazonaler vegetation an der westabdachung des amanus (se-turkei)” Berlin, (1998).

Kolotelo, D., “Abies seed problems” **Forest Nursery Association of British Columbia Meetings**, Proceedings, 122-130 (1998).

Kurt, Ş., “Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin (lvl) deniz ortamında bazı teknolojik özelliklerinin değişimi”, Doktora Tezi, **Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bartın, 1-325 (2006).

Kurtoğlu, A., “Ağaç malzeme yüzey işlemleri”, **İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları**, İstanbul, 75-77 (2000).

Levan, S. L. and Winandy, J. E., “Effects of fire retardant treatments on wood strength”, **Wood and Fire Science**, 22: 113-131 (1990).

Macvean, A,L,E., “Abies guatemalensis. species description in the tropical tree” **Seed Manual**. 241-242 (2007).

Messaoud, Y., Bergeron, Y., ve Asselin, H., “Reproductive potential of balsam fir (abies balsamea), white spruce (picea glauca), and black spruce (picea mariana) at the ecotone between mixed wood and coniferous forests in the boreal zone of western quebec” **American Journal of Botany** 94, 5, 746–754 (2007).

Newel, A. C. and Holtrop, W. F., “Coloring finishing and painting wood”, **C.A. Bennett CO**, U.S.A., 78-83 (1961).

Okada, S., Mukaide, H., ve Sakai, A., “Genetic variation in Saghalien fir from different areas of Hokkaido” **Silvae Genetica**, 22, 1-2 (1973).

Örs, Y., Atar, M. ve Demirci, Z., “Borlu bileşikler ile emprenye etmenin ağaç malzemedede üst yüzey işlemleri ve yanma özelliklerine etkileri”, **Tübitak Projesi**, MİSAG-237, Ankara, 1-35 (2005).

Özcan, C., “Yeni bir yanma düzeneğinin hazırlanması ve ısı işlem görmüş ağaç malzemelerin yanma özelliklerinin belirlenmesi”, Doktora Tezi, **Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Bartın, 1-2 (2011).

Özcan, K., “Seçme ormanlarının beklentisi” **Orman Teknikerleri Derneği Dergisi**, Haziran, 9, (1986).

Parker, W, H., Maze, J. and Bradfield G, E., “Implications of morphological and anatomical variation in abies balsamea and abies lasiocarpa (pinaceae) from western canada” *Botanical Society of America*, 68, 6, 843-854 (1981).

Rayner, A.D.M., Boddy, L. “Fungal decomposition of wood its biology and ecology”, *John Wiley & Sons*. ISBN 0-471-10310-1 Chichester (1988).

Selter C. M., Pitts W. D. and Barbour, M.G., “Site microenvironment and seedling survival of shasta red fir” *Amer. Midl. Naturalist* 115, 288-300 (1986).

Scholz, F. and Stephan, B, R., “Growth and reaction to drought of 43 *abies grandis* provenances in a greenhouse study” *Silvae Genetica* 31, 1, 27-35 (1982).

Sıvacıoğlu, A., Işığın sarıçam, karaçam, batı karadeniz göknarı, doğu kayını doğal gençliklerinin boy gelişimi üzerine etkileri, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 1 (1988).

Singh, O., “Seed maturity indices in silver fir (*abies pindrow* spach) Indian” *Forester*, 124, 3, 243-245. India, (1998).

Skryszewska, K. and Chlanda, J., A., “Study on the variation of morphological characteristics of silver fir (*abies alba* mill.) seeds and their internal structure determined by x-ray radiography in the beskid sàdecki and beskid niski mountain ranges of the carpathians (southern poland)” *Journal of Forest Science*, 55, 9, 403–414 (2009).

Sorensen, F.C. and Franklin, J.F., “Influence of year of cone collection on seed weight and cotyledon number in *abies procera*” *Silvae Genetica*, 26, 1, 41-43 (1977).

Sönmez, A., “Ağaçtan Yapılmış mobilya da üst yüzey işlemlerinde kullanılan verniklerin önemli mekanik, fiziksel ve kimyasal etkilere karşı Dayanıklılıkları”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü*, Ankara, 43-54 (1989).

Şanıvar, N., “Ağaç işleri üst yüzey işlemleri” *Milli Eğitim Basımevi*, İstanbul, 222-227 (1978).

Şimşek, Y., “Türkiye orijinli göknar türlerinin (*abies nordmanniana* (stev.) spach., *abies bornmulleriana* mattf., *abies equi-trojani* achers et sint.) genetik yapıları üzerine araştırmalar” *OAE Yayınları*, Teknik Bülten, No:221 (1992).

Tilki, F. “*Abies nordmanniana* ((stev) spach tohumunun çimlenmesi üzerine katlama, ışık ve çimlendirme sıcaklığının etkisi” *Gazi Ün. Orman Fak. Dergisi*, ISSN:1303-2399, 4, 2, Kastamonu, 164-172 (2004).

TS 1476, “Odunda fiziksel ve mekaniksel özelliklerin tayini için homojen mescerelerden numune ağacı ve laboratuvar numunesi alınması”, *T.S.E.*, Ankara, (1984).

TS 2471, “Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için rutubet miktarı tayini”, *T.S.E.*, Ankara, (1976).

TS 2472, “Odunda fiziksel ve mekaniksel deneyler için birim hacim ağırlığının tayini”, *T.S.E.*, Ankara,(1976).

Türkmen, N., “doğu akdeniz bölgesindeki kızılcam (pinus brutia ten.) ormanekosistemlerinde yangın sonrası vejetasyon dinamiği araştırılması” Doktora tezi, *Çukurova Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana, 25-50 (1994).

Ujiie, M., Katayose, T. and Kudoh, H., “Seasonal changes of chemical components in the cones from various clones of abies sachalinensis in a seed orchard and germination test of the mature seeds” *Plant Physiology and Biochemistry*, ISSN; 0367-6129, 48, 1, 157-182 (1991).

Uysal, B., “Çeşitli kimyasal maddelerin ağaç malzemenin yanmaya dayanıklılığı üzerine etkileri”, Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 65-77 (1997).

Velioğlu, E., Çengel, B. ve Kaya, Z., “Kaz dağlarındaki doğal karaçam (pinus nigra arnold. susp. pallasiana (lamb.) holmboe.) populasyonlarında genetikçeşitliliğin yapılanması” *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah AraştırmaMüdürlüğü*, Teknik Bülten No 1, Ankara, (1999).

Velioğlu, E., Çiçek, F. F., Kaya, Z. ve Çengel, B., “Kaz dağlarındaki doğal kazdağı göknarı (abies equi-trojani aschers. et. sint.) populasyonlarında genetik çeşitliliğin yapılanması” *Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü*, 3, 74, 10, 31, Ankara, (1999).

Yaltırık, F. ve Efe, A., “Dendroloji ders kitabı gymnospermae-angiospermae”, *İstanbul Üniversitesi Yayınları*, No: 3836, Fak. Yayın No: 431, ISBN 975-404-363-9, İstanbul, 93-96 (1994).

Yaltırık, F., “Dendroloji ders kitabı II” İ.Ü Yayın No:4104, *Orman Fak. Fakülte Yayın* No:420, ISBN: 975-404-095-8, İstanbul, (1998).

Yıldız, S., “Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri” Doktora Tezi, *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 36-55 (2002).

Yıldız, Ü. C., “Odun zararlıları ders notları” *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi* (Basılmamış Ders Notları), (2000).

Yıldız, Ü. C., “Odun modifikasyonu yöntemleri ders notları” *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi*(Basılmamış Ders Notları), (2002).

Yıldız, Ü. C., “Odun koruma ders notları” *Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi* (Basılmamış Ders Notları),(2005).

Yılmaz, T. K., ‘‘Amanos dağları dörtyol kesiminde bazı yayla yerleşimlerinin doğalayakın vejetasyonlar üzerindeki etkilerinin araştırılması’’ Doktora tezi, **Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 42-84 (1993).

Zabel, R.A., Morrel. J.J.‘‘Wood microbiology, decay and its prevention’’, **Academic Press, Inc., San Diego**, California (1992).

Zobel B, D. and Antos A, J., ‘‘Growth and development of natural seedlings of abies and tsuga in old-growth forest’’ **Journal of Ecology**, 79, 985-998 (1991).

ÖZGEÇMİŞ

Taner YILDIZ 1986 yılında Bartın’da doğdu. İlkokulu Çerde Köyü İlkokulunda okudu, Ortaokulu Ulus Merkez Atatürk İlköğretim Okulunda, Lise öğrenimini Ulus Teknik Lise ve Endüstri Meslek Lisesi’nde, tamamladı. 2007 yılında Bolu Meslek Yüksek Okulu Mobilya ve Dekorasyon Bölümü’nden mezun oldu. 2012 Yılında Karabük Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Öğretmenliği bölümünden mezun oldu. 2013 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimine başlayan Taner YILDIZ buradaki eğitimini Haziran 2015 yılında tamamlamıştır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Beşbinevler Cumhuriyet Mahallesi
Sahil Sitesi Kanaat Apt. No: 8/1
Tel: (0506) 9891098
E-posta: taner_modek@hotmail.com