



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TALL YAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN**  
**ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**HAZIRLAYAN**  
**KADRIYE GÖKMEN**

**DANIŞMAN**  
**DOÇ.DR. HÜSEYİN SİVRİKAYA**

**BARTIN-2017**



**T.C.**

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**TALL YAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN  
ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**Kadriye GÖKMEN**

**JÜRİ ÜYELERİ**

Danışman : Doç.Dr. Hüseyin SİVRİKAYA - Bartın Üniversitesi  
Üye : Yrd. Doç.Dr. Ayhan GENÇER - Bartın Üniversitesi  
Üye : Yrd. Doç.Dr. Hikmet YAZICI - Bülent Ecevit Üniversitesi

**BARTIN-2017**

## KABUL VE ONAY

Kadriye GÖKMEN tarafından hazırlanan “TALL YAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışma, 06.01.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA (Danışman) .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER .....

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI .....

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun ...../...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKAY  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç.Dr. Hüseyin SİVRİKAYA danışmanlığında hazırlamış olduğum “TALL YAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ” başlıklı Yüksek Lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

06.01.2017

Kadriye GÖKMEN

## ÖNSÖZ

“Tall Yağı Emprenyesi ile Isıl İşlemin Ağaç Malzemenin Özellikleri Üzerine Etkisi” adlı bu çalışma, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Yüksek Lisans tez konumun belirlenmesinde ve çalışmanın hazırlanması esnasında öneri ve desteğini gördüğüm, tezin bilimsel danışmanlığını üstlenen sayın hocam Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA’ya teşekkür eder ve minnet duygularımı sunarım.

Tezimi inceleyerek değerli katkılarını esirgemeyen sayın jüri hocalarım Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER’e ve Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca deney çalışmalarım ve tez hazırlama döneminde bilgilerinden faydalandığım değerli hocam Sayın Arş. Gör. Ahmet CAN’a ve tez çalışmamın tüm safhalarında yardımlarını esirgemeyen değerli hocam Sayın Arş. Gör. Rıfat KURT’a, teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmam boyunca laboratuvar çalışmalarım da yardımcı olan ve her türlü desteğini esirgemeyen değerli arkadaşım Orman Endüstri Mühendisi Mehmet TAŞDELEN’e ve emeği geçen tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Bugüne kadar her türlü konuda maddi ve manevi desteği sağlayan ve her zaman yanımda olan babam Adil GÖKMEN, annem Kezban GÖKMEN ve abim Celalettin GÖKMEN’e en içten teşekkürlerimi sunarım.

Kadriye GÖKMEN

## ÖZET

### YÜKSEK LİSANS TEZİ

#### TALL YAĞI EMPRENYESİ İLE ISIL İŞLEMİN AĞAÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

**Kadriye GÖKMEN**

**Bartın Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Doç. Dr. Hüseyin SİVRİKAYA**

**Bartın- 2017, sayfa: XV + 57**

Ağaç malzeme yüzyıllardır kullanılan ve günümüzde de çok ilgi gören bir materyaldir. Hem iç mekânda hem de dış mekânda gerek yapı elemanı gerekse dekorasyon elemanı olarak kullanılmaktadır. Ancak orman kaynaklarının git gide kısıtlanması ve ağaç malzemeye olan talebin artmasıyla ağaç malzemenin kullanım ömrünün uzatılması gerekli hale gelmiştir.

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ahşap koruyucu maddelerin ağır metal içermesinden dolayı çevresel kaygılar ve sınırlamalar artmıştır. Bu nedenle çevre dostu yöntemler ve biosid içermeyen bitkisel yağlar gibi maddelerin kullanımı önemli hale gelmiştir. Bun yöntemlerden biri olan ısıtma işlemi ile ağaç malzemenin biyolojik ve fiziksel özellikleri iyileştirilebilmektedir. Fakat ısıtma işlemi ile odunun mekanik özellikleri azalma göstermektedir. Bu çalışmada, tall yağ ve ısıtma işlemi kombinasyonu ile bu olumsuz özelliğin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma da tallı ağ % 10-20 konsantrasyondaki etanol içerisinde çözündürülmüştür. Gök nar (*Abies nordmanniana*) ve kavak (*Populus euroamericana*) ağaç türlerinden hazırlanmış olan örnekler ile 650 mmHg 30 dakika vakum ve 6 bar basınç ile 1 saat süre ile emprenye edilmiştir ve 180 ve 200 °C sıcaklıkta 1 ve 2 saat süre ile ısıtma işlemi

uygulanmıştır. Kontrol ve emprenyeli odun örneklerinde mantar testi, boyutsal stabilizasyon ve mekanik özelliklerden eğilme ve basınç dirençleri deneysel çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre en düşük su alma oranı hem kavak örneklerinde hem de göknar odun örneklerinde sadece yağ ile emprenye ve yağ+ısıtıl işlem varyasyonlarında azalma göstermiştir. En etkili varyasyon %20 konsantrasyon ile emprenye edildikten sonra 200 °C’de ısıtıl işlem uygulanan örnek grubunda edilmiştir. Eğilme direnci, elastikiyet modülü ve basınç direnci incelendiğinde genel olarak yağ ve ısıtıl işlemin bu mekanik değerleri arttırdığı gözlenmiştir. Tall yağı konsantrasyonunun % 10’dan % 20’ye çıkmasıyla mantar çürüklük direnci artış göstermiş, fakat elde edilen mantar direnci değerleri standartta kabul gören % 3 değerinin oldukça üzerindedir. Bu nedenle çalışmada uygulanan formülasyonlar mantar çürüklüğüne karşı herhangi bir direnç göstermemiştir.

### **Anahtar Kelimeler**

Isıl işlem; emprenye; odun modifikasyonu; tall yağı.

### **Bilim Kodu**

502.06.01

## **ABSTRACT**

### **Master Thesis**

## **EFFECT OF TALL OIL AND HEAT TREATMENT ON THE PROPERTIES OF WOOD MATERIAL**

**Kadriye GOKMEN**

**Bartın University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Forest Industrial Engineering**

**Thesis Advisor: Doç. Dr. Hüseyin SIVRIKAYA**

**Bartın-2017, pp: XV + 57**

Wood material has been used for centuries and is of great attention nowadays. Wood is used both indoor and outdoor for construction material and decorative purposes. However, it has been necessary to prolong the service life of wooden material due to the limitation of forest resources and increasing demand of wood.

Environmental concerns and limitations on wood preservatives have been grown because of the heavy metal content of traditional preservatives. For this reason, environmentally friendly methods and using of nonbiocidals like vegetable oils have become important. One of these methods, heat treatment can improve the biological and physical properties of wood material. But, heat treatment reduce the mechanical properties of wood. The aim of this study is to eliminate this drawback by combination of tall oil and heat treatment.

In this study, tall oil dissolved in ethanol at 10 % and 20 % concentrations respectively. Fir and poplar samples treated with tall oil solutions under 650 mmHg vacuum for 30 min and 6 bar pressure for 1 h followed by heat treatment at 180 and 200 °C for 1 and 2 h. Decay test, dimensional stabilization and mechanical tests such as bending and compression strength were performed on untreated and treated samples.



Results indicate that the lowest water uptake was obtained with the formulations as follow; tall oil treatment, tall oil and heat treatment. Tall oil treatment at 20 % followed by heat treatment at 200 °C was found to be the most effective. Generally, the combination of tall oil and heat treatment improved the mechanical properties like bending and compression strength and modulus elasticity. When the tall oil concentration increased from 10 % to 20 %, decay resistance was also increased, but the obtained results were found over 3 % mentioned in the test standard. Therefore, the formulations performed in the study were not resistant to decay fungi.

**Key Words**

Heat treatment; impregnation; wood modification; tall oil

**Science Code**

502.06.01

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY .....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET .....	vi
ABSTRACT .....	vii
İÇİNDEKİLER.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xvi
TABLolar DİZİNİ.....	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xviii
KISALTMALAR .....	xviii
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER .....	1
1.1 Giriş.....	1
1.2 Çalışmanın Amacı.....	2
1.3 Kullanılan Ağaç Türleri .....	3
1.3.1 Melez Kavak ( <i>Populus euroamericana</i> ).....	3
1.3.2 Uludağ Göknaı ( <i>Abies bornmülleriana</i> ) .....	4
1.4 Tall Yağı.....	5
1.5 Odun Modifikasyonu.....	6
1.5.1 Odun Modifikasyon Yöntemleri .....	6
1.5.1.1 Kimyasal Modifikasyon .....	6
1.5.1.2 Enzimatik Modifikasyon .....	7
1.5.1.3 Emprenye Modifikasyonu .....	7
1.5.1.4 Termal Modifikasyon .....	10
1.6 Literatür Özeti.....	12
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOD.....	17
2.1 Materyal .....	17
2.1.1 Örnek Ağaçların Seçilmesi .....	17
2.1.2 Örneklerin Hazırlanması .....	17

2.2 Metod.....	18
2.2.1 Emprenye işlemi.....	18
2.2.2 Yüzde Ağırlık Artışı (AA) (Emprenye Sonucu).....	19
2.2.3 Isıl İşlem Yöntemi.....	19
2.2.4 Ağırlık Kaybı (Isıl İşlem Sonucu).....	20
2.2.5 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü.....	22
2.2.6 Liflere Paralel Basınç Direnci.....	23
2.2.7 Mantar Çürüklük Testi.....	24
BÖLÜM 3 BULGULAR VE İRDELEME .....	26
3.1 Fiziksel Özellikler.....	26
3.1.1 Su alma örneklerine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye sonrası) ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri .....	26
3.1.2 Su alma oranı ve Teğet yöndeki genişleme değerleri .....	27
3.2 Mekanik Özellikler .....	32
3.2.1 Eğilme direnci örneklerine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu) değerleri.....	32
3.2.3 Basınç direncine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu) değerleri .....	34
3.3 Biyolojik Özellikler .....	36
3.3.1 Mantar Çürüklük Testine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri.....	36
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER .....	39
4.1 Fiziksel Özellikler.....	39
4.1.1 Su Alma Oranı, Teğetsel Genişleme, Su İtici Etkinlik .....	39
4.1.1.1 Su Alma Oranı.....	39
4.1.1.2 Teğet Yöndeki Genişleme .....	42
4.1.1.3 Su İtici Etkinlik .....	43
4.2 Mekanik Özellikler .....	45
4.2.1 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü.....	45
4.2.2 Basınç Direnci.....	48

4.3 Biyolojik Özellikler .....	50
4.3.1 Mantar Çürüklük Testi .....	50
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>53</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>57</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Emprenye düzeneği.....	19
2. Isıl işlem düzeneği.....	20
3. Boyutsal stabilizasyon testi örnekleri.....	21
4. Üniversal test cihazı ile eğilme direnci testi .....	23
5. Basınç direnci testi .....	24
6. Mantar çürüklük testi örnekleri.....	25
7. Kontrol - Emprenye + Isıl işlem örnekleri .....	38
8. Kavak odunu test örneklerinin Su Alma Oranları.....	40
9. Gökmar odununa ait Su Alma Oranı.....	41
10. Kavak odununa ait Teğetsel Genişleme.....	42
11. Gökmar Teğetsel Genişleme .....	43
12. Kavak odununa ait Su İtici Etkinlik Değerleri.....	44
13. Gökmar odununa ait Su İtici Etkinlik .....	44
14. Kavak örneklerine ait Eğilme Direnci değişim değerleri.....	46
15. Kavak örneklerine ait Elastikiyet Modülü değişim değerleri .....	46
16. Gökmar örneklerine ait Eğilme Direnci değişim değerleri .....	47
17. Gökmar örneklerine ait Elastikiyet Modülü değişim değerleri.....	48
18. Kavak odunu Liflere Paralel Basınç Direnci .....	49
19. Gökmar odunu Liflere Paralel Basınç Direnci.....	50
20. Kavak odununa ait Mantar Çürüklük Testi sonuçları .....	51

## TABLolar DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>No</b>	<b>No</b>
1. Odun örnekleri ve deney boyutları.....	17
2. Kavak odununa ait Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	26
3. Gökmar odununa ait Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	27
4. Kavak odununa ait SAO (%) değerleri .....	28
5. Gökmar odununa ait SAO (%) değerleri.....	29
6. Kavak odununa ait TG (%) değerleri .....	30
7. Gökmar odununa ait TG (%) değerleri .....	31
8. Kavak odununa ait Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	32
9. Gökmar odununa ait Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	33
10. Kavak odununa ait eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.....	33
11. Gökmar odununa ait eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri .....	34
12. Kavak odununa ait Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	34
13. Gökmar odununa ait Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	35
14. Kavak ve gökmar odununa ait basınç direnci değerleri .....	35
15. Kavak odununa ait Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	36
16. Gökmar odununa ait Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu), ve Ağırlık artışı (%) (AA) değerleri .....	37
17. Kavak odununa ait mantar çürüklük testi değerleri .....	37

## **SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ**

- $\sigma_e$  : Eğilme direnci ( $N/mm^2$ ),  
 $\sigma_b$  : Deney anında ölçülen kuvvet değeri (N),

### **KISALTMALAR**

- ASTM : American society for testing and materials  
AA : Ağırlık Artışı  
AK : Ağırlık Kaybı  
SAO : Su Alma Oranı  
TG : Teğetsel Genişleme  
SİE : Su İtici Etkinlik

# BÖLÜM 1

## GENEL BİLGİLER

### 1.1 Giriş

Ağaç malzeme tarihin en eski dönemlerinden beri kullanılmaktadır ve talep görmektedir. Günümüzde de birçok sektör tarafından kullanılan biyolojik devamlılığa sahip bir malzemedir. Gerek yapı elemanı gerekse dekorasyon elemanı olarak iç mekânda ve dış mekânda kullanılmaktadır.

Ağaç malzeme; doğal, organik, geniş renk, doku ve boyut çeşitliliği, üstün estetik ve akustik özellikleri, geri dönüşüm özelliği, üretim açısından çevreye herhangi bir zarar vermemesi, ısı yalıtımı ve diğer malzemelerle kıyaslandığında yenilenebilir bir kaynak olması gibi birçok olumlu özelliklerinin yanı sıra bazı olumsuz özelliklere de sahiptir.

Organik, higroskopik, anizotrop ve heterojen bir yapıya sahip olan ağaç malzeme yanabilmekte, böcekler tarafından tahrip edilmekte, havanın nispi nemine bağlı olarak boyutları değişmekte, güneş ışınlarının etkisi ile bozunmaktadır (Özen ve Sönmez, 1996). Bu nedenlerden dolayı kullanılması sırasında risk altındadır.

Ahşap malzemenin olumsuz özelliklerini kısmen veya tamamen gidermek için koruyucu ve önleyici çalışmalar devam etmektedir. Günümüzde de ağaç malzemeye olan talebin artması ve orman kaynaklarının giderek azalması nedeni ile ağaç malzemenin daha etkin ve kullanım yerinde ömrünün arttırılması daha da önemli hale gelmiştir.

Ağaç malzemenin etkin olması ve ömrünün arttırılması için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerden en önemlileri odunun emprenyesi ve odun modifikasyonudur. Bu yöntemler ile ağaç malzemenin olumsuz özellikleri en aza indirgenmekte ve olumlu özellikleri daha da iyileştirilmektedir.

Klasik odun koruma kavramı, odundaki uygun besin ortamını ortadan kaldırmak için biyositler (krezot, arsenik, çinko, bakır, krom vb. zehirli maddeler) ile odunun emprenye edilmesi esasına dayanmaktadır. Odun degradasyonunun önlenmesi, mikroorganizmaların



gelişimi ve büyümesi için gerekli olan sıcaklık, oksijen, rutubet, uygun besin ortamı ve vitamin ya da mineraller gibi temel fizyolojik ihtiyaçların engellenmesi teorisine dayanmaktadır (Koski, 2008).

Kimyasal odun koruma maddelerinin zararlılara karşı zehirli etkisinin olması gerektiğinden ister istemez diğer canlılara da olumsuz etkide bulunma olasılığı vardır ve bu süreç devam etmektedir .( Kurtoğlu, 1988).

Birçok kimyasal madde uzun zamandır odun koruma endüstrisinde kullanılmaktadır. Fakat çevre kirliliğinin giderek artması bu kimyasal maddeler üzerindeki baskıyı arttırmıştır. Çevre örgütleri tarafından yapılan baskılar nedeniyle Avrupa’da ve ABD’de bazı kimyasal maddelerin kullanımına sınırlandırmalar getirilmiştir. Ağaç malzemenin herhangi bir koruma yöntemi uygulanmadan kullanılması faydalı ömrünü azalttığından çevre dostu kimyasal maddelere ve odun koruma metotlarına ihtiyaç artmıştır ve çalışmalar bu yönde ilerlemektedir.

Bunun sonucu olarak çevre dostu ve zehirli bileşen içermeyen bitkisel yağların ve bu maddelerin geliştirilmesi zorunlu hale gelmiştir. Bileşimlerinde herhangi bir metal tuzu bulundurmeyen bitkisel yağlar, odun hücrelerinde hidrofobik bir tabaka oluşturması ve su alımını azaltması nedeniyle ahşabı koruma amaçlı bir koruyucu madde olarak değerlendirilebilmektedir. Isıl işlem uygulanmış ağaç malzemenin biyolojik ve fiziksel özelliklerinde artışlar gözlenir. Fakat mekanik özelliklerinde azalmalar meydana gelmektedir. Yağ ve ısıl işlem kombinasyonu ile bu olumsuz özelliğin ortadan kaldırılması amaçlanmaktadır. Bu çalışmada çevre dostu ve biyolojik yollarla bozulabilen koruyucu maddelerden biri olan tall yağı ile ısıl işlemin ağaç malzeme üzerine kombine etkisi araştırılacaktır. Bitkisel yağlar ve ısıl işlemle birlikte ağaç malzemedeki boyutsal stabilizasyon ve mikroorganizmalara karşı direnci artırma amaçlanmaktadır.

## **1.2 Çalışmanın Amacı**

Bu çalışmada Türkiye’de orman ürünleri endüstrisinde yoğun olarak kullanılan göknar ve kavak odun örneklerinde tall yağı emprenyesi ile ısıl işlem kombinasyonunun ağaç malzemenin performansı üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Çalışmada hem çevre dostu bir koruma metodu olarak ısıl işlemin hem de Türkiye koşullarında ulaşılması kolay ve

nispeten ucuz olan tall yağının oluşturabileceği sinerjinin alternatif bir koruma metodu olarak değerlendirilme imkânlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Isıl işlem ile odunun biyolojik ve fiziksel özellikleri artış göstermesine rağmen mekanik özellikler düşüş göstermektedir. Isıl işlemin bu dezavantajının ortadan kaldırılması amacıyla tall yağı ile kombine edilerek mekanik performanslarının attırılması hedeflenmektedir. Böylece mekanik özelliklerin ön plana çıkacağı kullanım yerlerinde ağaç malzemenin kullanım süresi arttırılacak ve ağaç kaybı minimize edilecektir.

Çalışmada reçine ve yağ asitleri içeren tall yağı kullanıldığı için, reçine ve yağ asidi içermeyen göknar ve kavak türlerinin kullanımıyla her iki ağaç türünün de fiziksel, biyolojik ve mekanik özelliklerinin arttırılması amaçlanmıştır.

Bunlara ek olarak tall yağı ve ısıl işlem kombinasyonunun mantar direnci ve boyutsal stabilitesi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu kombinasyon ile tall yağı ve ısıl işlemin tek başlarına kullanımları sonrası elde edilen mantar direnci ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi hedeflenmiştir.

### **1.3 Kullanılan Ağaç Türleri**

#### **1.3.1 Melez Kavak (*Populus euroamericana*)**

Melez kavak (*Populus euroamericana* cv.) odunu ince lifli bir yapıya sahiptir. Odunu açık sarı beyaz renkli olup temiz yüzeyler vermektedir. Melez kavak odununun radyal ve teğet kısımları parlak ve lifli görünümdeydir (Acar vd., 1982). Yıllık halka genişliği 1-2 cm arasında değişmektedir. İlbahar odununun başlangıcında teğet yönde trahe dizileri vardır. Trahelerde radyal gruplaşma oldukça sık görülür. Öz ışınları radyal kesitlerde dokuyla aynı renkte fakat parlak adacıklar şeklindedir. Trahelerde basit perforasyon tablası vardır. Öz ışınları homojendir ve boyuna paraneim apotreheal konumdadır. Öz odun miktarı %18-35 arasındadır. Lif uzunluğu 0.75-1.09 mm arasında değişmektedir (Yıldız, 1994; Sertmehmetoğlu vd., 1967; Sachsse ve Mohrdiek, 1980; Messeri, 1954; Dönmez, 2005).

### 1.3.2 Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana*)

Uludağ göknaarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmülleriana*), çamgiller (Pinaceae) familyasından 30-40 metre boylanabilen, bir göknaar alt türüdür ( URL-1, 2016).

Bu alt tür Türkiye'ye özgü bir endemik takson olup, ünlü botanikçi Bornmueller'in adını almıştır. Uludağ Göknaarı, çoğunlukla 40 metreye kadar boylanabilen birinci sınıf orman ağacıdır. Piramidal gelişme gösterir, tepeden, tabana kadar çok sık dallıdır. Gövde kabuğu gridir. Alt dallar yanlara doğru yatay uzanır. Yan sürgünlerin ucundaki tomurcuklar reçinelidir. İğne yaprakları 2–3,5 cm boyunda, parlak koyu yeşil, uç kısımları hafif oyukludur. Yaprakların alt yüzündeki iki adet belirgin, gümüşü renkli stoma bandı, aynı zamanda yapraklarının üst yüzeyinde de görülür. Ortalama 15–16 cm boyunda ve 5 cm çapında kırmızı-kahverengi kozalakları vardır. Dallar üzerinde dik duran kozalakların dış pulları, iç pullarından daha uzundur ve bol reçinelidir. Dış pullar sivri bir uçla sonuçlanır ve geriye doğru kıvrıktır. Ana türe çok yakından benzemekle birlikte, genç sürgünlerin tüysüz, tomurcukların da reçineli olması ile ondan ayrılır. Kozalak, iğne yaprak gibi öteki tüm morfolojik özelliklerce Doğu Karadeniz Göknaarı'nın hemen tümüyle aynıdır. Ayrıca, ondan küçük bir farklılık olarak iğne yapraklarının bazılarının üst yüzlerinin uç kısımlarında da beyaz stoma lekeleri görülmektedir (Bozkurt, 1992).

Genel yayılış alanı Kızılırmak'ın denize döküldüğü yer ile Uludağ arasında kalan Batı Karadeniz Bölgesi ile Kocaeli havzasıdır. Bu kesimdeki dağlar, Doğu Karadeniz Dağları'nda olduğu gibi sıra dağlar karakterinde olmadığından, bu göknaar taksonunun yayılışı da sürekli olmayıp kesintili bir durum gösterir. Bazen saf, çoğu kez Fagetum ve Abietum zonlarında kayın ve çamlara karışır (Bozkurt ve Erdin, 1989). Öz ışınları çok incedir, makroskopik olarak görülmezler. Doğal reçine kanalı bulunmaz, odunu yumuşak ve oldukça hafiftir. Traheid çapı 25– 65µm, uzunluğu 3400–4600µm, öz ışınları tek sıralı ve homojen. Karşılaşma yeri geçitleri 2–4 adet ve taxodioid tipte. Kenar hücrelerinde dikdörtgen kesitli kristaller var. Yaz odununda piceoid tipte geçite rastlanabilir. Doğal reçine kanalı yoktur. Fiziksel özellikleri; tam kuru yoğunluk 0,4 g/cm<sup>3</sup>, Hava kurusu yoğunluk 0,429g/cm<sup>3</sup>, Hacim ağırlık değeri 0,35 g/cm<sup>3</sup>, Radyal daralma % 4,3; Teğet daralma % 8,6; Hacmen daralma % 13 Mekaniksel özellikleri ise Basınç direnci 37 N/mm<sup>2</sup>, Eğilme direnci 73 N/mm<sup>2</sup>, Elastikiyet modülü 8300 N/mm<sup>2</sup>, Çekme direnci 62 N/mm<sup>2</sup>, Makaslama direnci 5 N/mm<sup>2</sup>, Dinamik eğilme 0,26 kN/cm, Yarılma direnci radyal

0,65 N/mm<sup>2</sup>, Yarılma direnci teğet 0,64 N/mm<sup>2</sup>, Brinell sertlik liflere paralel 19,5 N/mm<sup>2</sup>, Brinell sertlik liflere dik 8,6 N/mm<sup>2</sup>, İşlenme özelliği iyidir, Kurutulabilme özelliği orta seviyede, Dayanıklılık az ve Emprenye edilebilme güçlüğüle yapılabilir. Gökmar ağacı genellikle endüstride Kaplama kontrplak, ambalaj malzemesi, yapı malzemesi, mobilya, doğrama, lif ve yonga levha, selüloz ve kâğıt, müzik aletleri, ağaç kabuğu kullanılabilir (Merev, 1984; Aydemir, 2007).

#### **1.4 Tall Yağı**

Tall yağı kâğıt fabrikalarında üretim esnasında elde edilen bir yan üründür. Tall yağı büyük oranda reçine ve yağ asitlerinden oluşur. Bununla birlikte azda olsa sabunlaşmayan maddeler (B-sitsterol) içerirler (keskin, 2005).

Sabun depolama tankında dinlenmiş olan sabun tall yağı reaktör tankına belli seviyeye kadar doldurulmaktadır. Sabun doldurma işlemi bittikten sonra reaktör tankının içinde bulunan karıştırıcı yardımıyla bir süre karıştırılır. Süre sonunda karıştırıcı durdurulup sabun dinlenmeye bırakılmaktadır. Tall yağı yapımına başlamadan önce reaktör tankında bulunan dinlenmiş sabunun alt tabanında bulunan likör ince mahsul tankına basılmaktadır. Likör basma işlemi bittikten sonra tankın içindeki karıştırıcı çalıştırılarak sirkülasyon işlemi başlatılmaktadır. Bu işlemler devam ederken tanktaki sabunu ısıtmak için buhar verilmektedir. Buhar verme işlemi sabunun sıcaklığı 85 °C'ye ulaşmaya kadar sürmektedir. Sıcaklık 85 °C'ye ulaştığında tall yağı reaktör tankına asit ilave edilmektedir. Reaktör tankına asit verilirken, karıştırıcı ile sirkülasyon işlemine sıcaklık kontrol edilerek devam edilmektedir. Bu işlem istenilen pH oranına ulaşmaya kadar işlem devam ettirilir. İstenilen pH oranına ulaşıncaya asit verme işlemi sonlandırılmaktadır. Asit verme işlemi bittikten sonra bir süre daha karıştırıcı yardımıyla sirkülasyon işlemine devam edilmektedir. İşlem bittikten sonra tall yağı reaktör tankı dinlenmeye alınır, bu dinlenme süresi en az 8 saat olmalıdır. Dinlenme işlemi bittikten sonra reaktör tankındaki tall oil boşaltılmaktadır.

Tall yağı kimyasal olarak büyük oranda reçine asitleri, yağ asitleri ve sabunlaşmayan maddelerden oluşur. Tall yağında, yağ asitleri olarak linoleik asit (%40), oleik asit (%50), linolenik asit (%5), stearik asit (%2) ve palmitik asit (%0,1) vardır. Reçine asitleri; abiyetik asit (%27-%37), dehydroabietic asit (%29), neoabietik asit (%4-%5), palustrik asit (%10-

%14), pimarik asit (%1-%2) ve izopimaric asitten (%8-%15) oluşur. Reçine asitlerinin kapalı formülü  $C_{19}H_{29}COOH$  dir. Tall yağının kimyasal yapısı ağacın türüne, depoda bekleme süresine, üretim prosesine, ağacın yetiştirildiği coğrafi şartlara ve iklim şartlarına bağlı olarak değişim gösterir (Drew ve Propst, 1981; Keskin, A, 2005).

## **1.5 Odun Modifikasyonu**

Odun modifikasyonu, odundaki hücre çeper bileşenleri ile katalizörlü ya da katalizörsüz bir kimyasal madde arasında stabil bir kovalent bağın olduğu reaksiyondur (URL-2, 2016).

Odun modifikasyonu odunun olumsuz özelliklerini değiştirmek ya da iyileştirmektir. Etkili bir odun modifikasyon işlemi, odunun çürüklük mantarlarına karşı dayanımını ve boyutsal kararlılığını artırır, su alımını azaltır, dış hava koşullarına karşı dayanımını artırır (Hill, 2006).

### **1.5.1 Odun Modifikasyon Yöntemleri**

Odun modifikasyon yöntemleri araştırmacılar tarafından farklı sınıflara ayrılmaktadır. Genel olarak odun modifikasyonunu 4 başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar;

- Kimyasal Modifikasyon
- Enzimatik Modifikasyon
- Emprenye Modifikasyonu
- Termal Modifikasyon

#### **1.5.1.1 Kimyasal Modifikasyon**

Kimyasal modifikasyon, kimyasal madde ile hücre çeper bileşenleri arasında katalizörlü ya da katalizörsüz bir kovalent bağın olduğu kimyasal reaksiyonu ifade etmektedir. Bu işlem odunda, boyutsal stabilite, biyolojik dayanım ile akustik özellikleri arttırmayı, denge rutubet miktarını azaltmayı, dış hava koşullarına karşı dayanımı iyileştirmeyi hedeflerken Bunun yanı sıra kimyasal modifikasyon yönteme bağlı olmak üzere, odunda çekme dayanımı ve elastikiyet azalmasına da neden olabilmektedir. Modifikasyon yöntemlerinin etkinliği büyük ölçüde reaksiyon süresi, pH, katalizör, sıcaklık, solvent gibi reaksiyon

parametrelerinin çeşitliliğine odun türlerinin farklı kimyasal ve anatomik yapılar sergilemesine ve hatta tek bir ağacın farklı bölgeleri arasındaki anatomik farklılıklara göre değişiklik gösterebilmektedir (Hill, 2006; Tomak ve Yıldız, 2010).

Odunun modifikasyonunda birçok kimyasal madde ve yöntem denenmiştir. Temel modifikasyon tipleri şunlardır (Dizman, 2005).

1. Eter formu oluşturan yöntemler (metillendirme, alkil klorürler,  $\beta$ -propiyolakton, akrilonitril ve epoksitler),
2. Asetal formu oluşturan yöntemler (formaldehit ile muamele, diğer aldehitlerasetaldehit, benzaldehit, dialdehit, triklorasetalhedid, gluteraldehit ve fitaldehitik asitglikosal),
3. Ester formu ya da üretan bağları oluşturan yöntemler (asetillendirme, ftalilasyon, diğer anhidritler, asit klorürler, karboksilik asitler, izosiyanatlar),
4. Oligoesterleşme (2 ya da daha fazla reaksiyonun birleşmesi) (maleik anhidrit ve epiklorhidrin (MA-ECH) ftalik anhidrit ve epiklorhidrin (FA-ECH)),
5. Kimyasal oksidasyon ve sililasyon (sodyum peroksit ve periodik asitle muamele, propiltrimetoksilan, g-metakriloksi -propiltrimetoksilan).

#### **1.5.1.2 Enzimatik Modifikasyon**

Enzimatik modifikasyonda; fenol oksidaz, peroksidaz ve lakkaz gibi enzimler ile fenolik OH gruplarının oksidasyonu sonucu lignoselülozik liflerin oduna bağ yapması sağlanır. Bu enzimler aynı zamanda fenoksi radikalleri ve su açığa çıkarabilmek için  $H_2O_2$  ya da  $O_2$ ' yi indirgerler. Oksijen radikalleri (süperoksit, hidroksi radikalleri gibi) ligninin mantar degradasyonu esnasında da belirlenmektedir (Faison ve Kirk, 1983; Hill,2006).

#### **1.5.1.3 Emprenye Modifikasyonu**

Emprenye modifikasyonu, kimyasal birleşikler veya kimyasal maddeler ile odun hücre çeperini emprenye etme işlemidir. Başka bir deyişle, hücre çeperi içindeki materyalin uygun form haline gelmesi için reaksiyona girmesidir. Bu reaksiyonun olması için, emprenye maddesinin odun hücresine tamamen nüfuz edinceye kadar emprenye etme işlemine devam edilmesi gerekir. Emprenye maddelerinin molekülleri, hücre çeperinin iç

kısımlarına ulaşabilmesi için yeterince küçük olabilir. Emprenye işleminin tespiti iki temel mekanizma ile gerçekleştirilebilir (Hill, 2006; Demirel ve Temiz, 2015):

- Art arda yapılan polimerizasyon işlemi ile hücre çeperini monomer (veya oligomer) olarak emprenye etme.
- Çözünmeyen materyal karıştırılmak üzere art arda yapılan işlemler ile hücre çeperi içine çözünebilir materyalin difüzyonu.

Emprenye işleminin etkili olabilmesi için, emprenye maddesinin kullanma koşullarında yıkanmaması gerekir. Ancak, emprenye maddesinin yıkanmaması ilk öncelik değildir. Çünkü, bazı koşullarda bu yıkanma işlemi olmasına rağmen emprenye maddesi hücre çeperinin polimerik bileşenlerine kimyasal olarak bağlanabilir. Emprenyeli ağaç malzeme emprenye maddesi, bütün ortam koşullarında ve hücre çeperi içinde iken yakma, kompostlama (atıklardan gübre elde etme işlemi) veya bütün geri dönüşüm işlemleri ile hücre çeperinden uzaklaştığından dolayı zehirli olmaması gerekir (Hill, 2006; Demirel ve Temiz, 2015).

Emprenye modifikasyonunda temel prensip; hücre çeperinin bir kimyasal madde ile reaksiyona girerek bağlanması esasına dayanmaktadır. Bu yöntem 2 mekanizma ile sağlanır (Hill, 2006; Demirel ve Temiz, 2015):

- 1- Emprenye edilen monomer (veya oligomerin) uygun kimyasal yöntemlerle polimerizasyonu
- 2- Çözünen kimyasal maddelerin oduna emprenyesi sonrası uygun yöntemlerle odun içinde çözünmez hale getirilmesi

### **Organik Silikon Bileşikler**

Hidrofobasyonda kullanılan en ilgi çekici kimyasallar silikon esaslı organik bileşiklerdir (silanlar, siloksanlar, silikonlar gibi). SiCl<sub>4</sub> ile emprenye sonrası hücre çeperine bu maddenin çapraz bağlandığı (Si-O-C bağı) bulunmuştur. Yan ürün olarak HCl oluştuğu bildirilmektedir (Demirel ve Temiz, 2015).

## **Reçine ve Yağ Uygulamaları**

Reçineler ile modifikasyon 1941’li yıllarda araştırılmaya başlanmış bir yöntemdir. (Amerika’da Orman Ürünleri Lab.da). Bu yöntemde Impreg ve Kompreg adı altında ticarileştirilmiş fenol formaldehit, üre formaldehit, melamin formaldehit gibi ürünler kullanılabilir.

Reçine ile modifikasyonda dikkat edilmesi gereken hususlar (Hill, 2006; Demirel ve Temiz, 2015):

- 1- Kullanılan reçinelerin molekül büyüklükleri hücre çeperine penetre olabilecek büyüklükte olmamalıdır (0.68 nm’den büyük moleküller oduna penetre olması zordur)
- 2- Reçine molekülleri polar çözücülerde çözünebilir yapıda olması gerekmektedir (hücre çeperine difüze olabilmesi için)
- 3- Hücre çeperi makro bileşenleri ile etkileşime girebilmesi için reçine moleküllerinin polaritesinin yüksek olması gerekmektedir. Kaplama veya odun örnekleri farklı reçineler ile emprenye edilmekte ve emprenye sonrası yüksek sıcaklıkta reçine polimerizasyonu sağlanmaktadır.

Reçine ile muamele edilmiş ahşap malzeme mantar çürüklüğüne karşı oldukça dayanıklılık göstermektedir. Bunun temel nedeni: su itici etkisinden dolayı mantarların ihtiyaç duydukları rutubetin sağlanamamasından kaynaklanmaktadır.

## **Melamin Uygulamaları**

Melamin uygulamaları tehlike sınıfı 3 olan kullanım yerlerinde ahşap malzeme korumada iyi sonuç verdiği belirtilmiştir. Bu yöntemde mikro çatlaklar normal dış hava koşullarında önlenir ve odunun üst yüzeyi oldukça dayanıklıdır. Reçine kullanım miktarına bağlı olarak odunun dayanımı artmaktadır. Su itici etkinlik değerinin %40’lara vardığı tespit edilmiştir (Homan, 2004; Demirel ve Temiz, 2015).



## **Sıcak Yağ Uygulamaları**

Fransa'da kestane odununa sıcak yağ uygulaması geliştirilmiştir. Süreç düşük sıcaklık (120C- 140C) kullanımına bağlıdır ve bu bir ısı işlem olarak ele alınmamıştır. Ancak bu sadece geliştirilmiş bir yağ uygulaması olarak düşünülmüştür (Homan, 2004; Demirel ve Temiz, 2015).

CIRAD (Grenier vd., 2003) tarafından geliştirilen diğer bir sıcak yağ uygulaması 2 aşamaya ayrılır. Bu yöntemde ilk aşamada odun 160-200C'deki yağ banyosuna batırılır ve kuvvetli ısı transferi esnasında malzeme 100 C'nin üzerine kadar ısıtılır. Hücre çeperindeki su odun içerisinde aşırı bir basınç yapacak şekilde buharlaşır. Bu buharlaşma yüzeyden merkeze doğru gerçekleşir. Bu esnada yoğunlukla lif yönünde odundan aşırı bir buhar çıkışı gözlemlenir. İkinci aşamada odun parçaları su kaynama derecesinin altındaki yağ banyosuna batırılır. Daha sonra odun yavaş yavaş soğurken içerisindeki su yoğunlaşır. Burada oluşan düşük basınç yağ penetrasyonunu sağlar. Burada ilk aşamada yerfıstığı yağı kullanılırken ikinci aşamada bezir yağı kullanılır (Homan, 2004; Demirel ve Temiz, 2015).

### **1.5.1.4 Termal Modifikasyon**

Odun modifikasyon yöntemlerinden biri olan termal modifikasyon ya da ısı işlem ilk olarak 1930'lu yıllarda Almanya'da Stamm ve Hansen tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu konudaki araştırmalar 1940'lı yıllarda Amerika'da White, 1950'li yıllarda Almanya'da Bavendam, Rundel ve Buro tarafından yürütülmüştür. Bilimsel olarak yapılan ilk yayın ise 1960'lı yıllarda Kollmann ve Schneider tarafından yapılmış ve daha sonra bu konu birçok kişi tarafından bilimsel olarak tartışılmaya başlanmıştır. 1990'lardan sonra Fransa, Finlandiya, Hollanda'da bilim adamları bu konu üzerindeki çalışmalarını daha ayrıntılı olarak gerçekleştirmiş ve son 10-15 yılda bu konuya daha çok ağırlık verilmiştir (Mayes ve Oksanen, 2002; Köse, 2012).

Isıl işlemde amaç kimyasal reaksiyonların hızlandığı sıcaklık aralığında ağaç malzemenin yüksek sıcaklıklarla muamele edilmesidir. Böylece hücre çeperindeki polimer bileşiklerin kimyasal yapısının kalıcı olarak değişmesi sağlanır (Boonstra, 2008).

Isıl işlem 180°C ile 260°C arasındaki sıcaklıklarda gerçekleşir. Eğer sıcaklık 140°C' nin altında tutulursa odunun sadece özellikleri değişir, eğer bu sıcaklığın üstüne çıkılırsa odunda arzu edilmeyen yıkımlar meydana gelir. 300°C sıcaklığın üzerinde yapılan ısıl işlem sonucu odundaki birçok önemli maddenin yıkımlandığı belirlenmiştir (Hill, 2006).

Isıl işlem uygulaması, odunun moleküler yapısını değiştirdiğinden dolayı odunun performansını arttırmaktadır. Bunun anlamı; mantar ve böceklerle karşı biyolojik dayanıklılık, düşük denge rutubet içeriği, daralma ve genişlemedeki azalmaya bağlı olarak artan boyutsal kararlılık, artan termal yalıtım kabiliyeti, boya adhezyonu, dış hava koşullarına dayanıklılıkta artma, dekoratif renk çeşitliliği ve kullanım süresinin uzamasıdır. Isıl işlem uygulaması aynı zamanda daha düşük kalitedeki ağaç türlerinin kullanımını sağlayarak bunların daha kaliteli ağaç türlerine ikame kullanımını arttırmakta ve sürdürülebilir orman kaynaklarını desteklemektedir. Ayrıca, kompozit malzemelerde liflere ve kaplamalara; dayanıklılıkta artma, daha büyük bir stabilite, kullanım süresinde artma”, ürün emniyetinde iyileşme, daha yüksek fiyat değerine sahip olma ve güvenilirlik gibi özellikler kazandırmaktadır. Isıl işlem, odunda meydana gelen tüm bu değişimlere ilaveten insan ve çevreye zararlı kimyasallar ilave edilmeden elde edildiğinden emprenyeye iyi bir alternatif olarak düşünülmektedir (Wikberg, 2004; Enjily ve Jones, 2006).

Isıl işlem uygulamasının bu olumlu özelliklerinin yanında odunun mekanik özelliklerini düşürmesi gibi olumsuz özellikleri de bulunmaktadır. Isıl işlem süresince gerek odun içerisinde gerekse yüzeylerde meydana gelen çatlaklar ve yarılmalar ahşap materyalin direncinde ciddi sorunlara yol açmakta ve bu durumda mekanik özellikleri olumsuz etkilemektedir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda oluştuğu bilinen formik ve asetik asit formasyonu öncelikle hemiselülozdan başlayarak birçok odun bileşenini tahrip eder ve bunun sonucunda kütle kayıpları meydana gelir. Kütle kayıpları sonucunda özgül kütlenin düşüşü diğer özgül kütleyle bağlı olan mekanik özellikleri de olumsuz yönde etkilemektedir (Aydemir, 2007).

Isıl işleme tabi tutulan odunun fiziksel ve mekanik özellikleri kalıcı olarak değişir. Bu değişim hemiselülozun ısı ile bozunmasından kaynaklanmaktadır. Bu değişim yaklaşık olarak 150°C' de elde edilmeye başlanır ve sıcaklığın artmasıyla devam eder. Isıl işlemde sıcaklık en önemli etkidir. Bunun yanında ağaç türü, ısıl işlem süresi, işlem atmosferi,

basınç, rutubet miktarı ve sıcaklığın eşit dağılımı sonucu doğrudan etkilemektedir (Viitanen vd., 1994).

Günümüzde ısı işlem Avrupa'nın birçok ülkesinde değişik isim ve yöntemle gerçekleştirilmektedir. Örneğin Finlandiya'da ağaç malzemenin ısı işlemi için buhar kullanılmış ve buna "ThermoWood" yöntemi adı verilmiştir. Hollanda'da sıcak hava ve buharın birlikte kullanılmasıyla "Plato" yöntemi; Fransa'da inert gaz kullanılarak "Retifikasyon" yöntemi ve Almanya'da sıcak yağ kullanarak "OHT (Oil Heat Treatment)" yöntemi geliştirilmiştir (Mayes ve Oksanen, 2002).

Son zamanlarda ısı işlem yöntemleri; eski ve yeni yöntemler diye ikiye ayrılır. Eski yöntemler; Staybwood (odunun sıkıştırılmayarak yalnız ısı ile boyutsal stabilitesinin sağlanması) ve Staypak (şiddetli bir ısıtma ile sıkıştırılarak stabilize edilen odun)'tır. Yeni yöntemler; ThermoWood yöntemi (Finlandiya), PlatoWood-Lignius-Lambowood yöntemi (Hollanda), Retification process (Retiwood)-New Option wood-Le Bois Perdure yöntemi (Fransa), Hot Oil treatment (OHT)-Menz Holz yöntemi (Almanya), Calignum yöntemi (İsveç), Thermabolite yöntemi (Rusya), Huber Holz yöntemi (Avusturya), Wood treatment technology (WTT) yöntemi (Danimarka), Westwood yöntemi (Amerika, Kanada, Rusya) (Sundqvist, 2004; Tjeerdsma, 2006).

## 1.6 Literatür Özeti

Bu çalışmada ham tall yağı, keten tohumu yağı ve kanola tohumu yağının *Coniophora puteana*, *Poria plasenta* ve *Coriolus versicolor* gelişimi üzerindeki etkisi çalışılmıştır. Seçilen test yağları mantar büyümesi üzerine farklı etkileri olduğu gözlenmiştir. Ham tall yağı tüm mantarların radyal büyümesini önlemiştir. Kanola yağı mantar türüne bağlı olarak mantar gelişimini hem önler hem de hızlandırır. Ham tall yağı kaplama levha örneklerine uygulandığında büyüme ortamında zarar oluşturmamıştır. Bu yağ ürünlerinin geniş spektrumlu toksik mekanizmalar tarafından önleyici etkisinin olmadığını gösterir. ENV 807 toprak blok testi değerlendirmelerinde ham tall yağı ile muamele edilmiş deney numunelerinde yumuşak çürüklük mantarları büyüme göstermiş her şeye rağmen yumuşak çürüklük önemli ölçüde engellenmiştir (Paajanen ve ark 2002).

Delibaş (2003) “Tall oil’in değerlendirilmesi” adlı yüksek lisans tezinde Türkiye’de üretilen tall yağının değerlendirmesini araştırmıştır. Yağ asitleri fraksiyonu biyodizel üretiminde kullanılmış ve biyodizel üretimini etkileyen faktörler tayin edilmiştir. Sonuçlar %100 tall yağı reçine asitlerinin bağlayıcı olarak uygun olmadığını göstermiştir. Tall yağı ile melas harmanlandığında optimum tall yağı yüzdesini %25 olarak bulmuştur.

Yapılan literatür çalışmasında tall yağı temelli odun koruyucuların biyodegradasyon ölçümlerine ve su altı materyallerinin respirometrik BOD OxiTop yöntemiyle belirlenmesine odaklanmıştır. Bazı maddeler OECD 301 F tarafından tanımlanan standart şartlarda analiz edilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki kreozot(katran) yağı geleneksel bir odun koruyucu maddedir. Tall yağı ve bezir yağı nispeten % 13-14 derecelerde bozunurken, kreozot yağında 28 gün boyunca su altında biyolojik bozunma olmamaktadır. Diğer taraftan ekstra mineral ve mikrop içeren koşullarda bezir yağı, tall yağı ve kreozotun biyobozunma dereceleri OECD 301 F tarafından sırasıyla % 72.9, % 54.3, % 24.9 olarak açıklanmıştır. Tall yağı bazlı hammadde kullanımı ile yapılan çalışmalar su altında bazı derecelere kadar (% 11,9-18 arasında değişkenlik gösteren) biyobozunma olmaktadır ve 28 günlük periyotlar içinde OECD 301 F testinde (%39 ile % 71.7 arasında değişen) oldukça etkilidir. Aynı zamanda abiyotik degradasyonda önemli bir çalışma konusu olabilmektedir (Pekka ve ark. 2005).

Aydemir (2007) “Gökna (abies bornmülleriana mattf.) ve gürgen (carpinus betulus l.) Odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine ısı işlemin etkisi” adlı yüksek lisans tezinde ısı işlem görmüş gökna (Abies bornmülleriana Mattf.) ve gürgen (Carpinus betulus L.) odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini araştırmıştır. Isıl işlem atmosferik şartlar altında 3 farklı sıcaklık (170, 190 ve 210°C) ve 3 farklı zamanda (4, 8 ve 12 Saat) odun örnekleri üzerinde uygulanmış ve ısı işlemin örneklerin fiziksel özellikleri üzerinde özellikle de denge rutubeti ve renk değişimi üzerine etkisinin olumlu olduğunu bulmuşlardır. Sıcaklık ve sürenin artmasıyla mekanik ve teknolojik özelliklerde düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

Gündüz ve Aydemir (2009) “Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi” adlı çalışmalarında, ahşabın fiziksel, kimyasal, mekanik ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisini araştırmışlardır. Sonuç olarak yüksek sıcaklıklarda muamele edilmiş odunun, muamele görmemiş odunun sahip olduğu

birçok dezavantajı iyileştirdiğini belirtmişlerdir. Ancak bu muamele süresince direnç kayıpları meydana geldiği için yük kaldıracak yerlerde kullanılmamasını tavsiye etmemişlerdir.

Sefil (2010) “Thermowood Yöntemiyle Isıl İşlem Uygulanmış Göknar Ve Kayın Odunlarının Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri” adlı yüksek lisans tezinde ThermoWood yöntemiyle ısıl işlem uygulanan Doğu kayını ve Uludağ göknarı odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. İki ağaç türü beş farklı sıcaklıkta (170, 180, 190, 200 ve 212 °C) ve iki saat süreyle ThermoWood yöntemiyle ısıl işleme tabi tutulmuştur. Sonuçlara bakıldığında sıcaklığa bağlı olarak ağırlık kaybı olduğu, ısıl işlem uygulamasının fiziksel özellikler üzerindeki etkisinin genel olarak olumlu yönde olduğu gözlemlenmiştir.

Karabulut (2010) “Türkiye Orman Ürünleri Sanayisinde İspm 15 Standardına Göre Isıl İşlem Uygulayan İşletmeler Üzerine Bir Araştırma” adlı yüksek lisans tezinde Türkiye’de ısıl işlem hacmi, ithalat ve ihracat boyutu, 2008 dünya ekonomik krizinin ısıl işlem üzerine etkisi, kullanılan enerji türü ile karşılaşılan tüm sorunlar istatistiki olarak değerlendirilmiş ve çözüm önerileri araştırılmıştır.

Kaçamer (2010) “İmersol Aqua Ve Tanalith-E İle Emprenye Edilmiş Isıl İşlemlili Ağaç Malzemelerin Yapışma Ve Yanma Dirençlerinin Belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinde emprenye edilmiş ısıl işlemlili Doğu Kayını ve Uludağ Göknarı odunlarının yapışma ve yanma dirençlerini araştırmıştır. Deneylerde emprenyeli, ısıl işlemlili ve hem emprenye hem ısıl işlemlili örneklerin, BS EN 205 esaslarına göre yapışma ve ASTM E-69 esaslarına göre yanma dirençleri test edilmiştir. Deney sonuçlarına göre, en yüksek retensiyon oranı (%1,53) İmersol AQUA ile emprenye edilen göknar odununda, hava kurusu yoğunluk İmersol AQUA ile emprenye edilmiş kayın odununda (0,672 g/cm<sup>3</sup>), yapışma direnci kayın odunu kontrol örneklerinde (12,42 N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Çalıova (2011) “Kızılağaç ve doğu ladini odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ısıl işlemin etkisi” adlı yüksek lisans tezinde, ThermoWood yöntemiyle ısıl işlem uygulanan Doğu ladini ve Sakallı kızılağaç odunlarının fiziksel ve mekanik özelliklerini incelemiştir. Bu iki ağaç türü üç farklı sıcaklıkta (190, 205 ve 212 °C) ve iki saat süreyle ThermoWood yöntemiyle ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işleme tabi tutulan test

örneklerinde fiziksel özelliklerden; hava kurusu yoğunluk, denge rutubet miktarı, boyutsal değişim, ısı iletkenliği ve renk değişimi değerleri, mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci değerlerini araştırmış ve kontrol numunelerine göre değişim oranları hesaplamıştır. Elde ettiği sonuçlara göre; ısı işlem uygulamasının fiziksel özellikler üzerindeki etkisinin genel olarak olumlu yönde olduğunu belirtmiştir. Isıl işlem sıcaklığının artmasıyla birlikte denge rutubet miktarının azaldığı, boyutsal stabilizasyonun önemli oranda arttığı, odunların ısı yalıtkanlık değerlerinin arttığı, renklerinin ise homojen bir şekilde koyulaştığını ortaya koymuştur. Mekanik özelliklerden, eğilme direncinde ısı işlem sıcaklığının artmasına paralel olarak düşüş gözlemlenmiş, elastikiyet modülünde önce çok az bir artış sonra azalma gözlemlenmiş ve liflere paralel basınç direncinin artış gösterdiğini belirtmiştir.

İşleyen (2012) “Isıl işlem görmüş ağaç malzemenin bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinde “ThermoWood” yöntemiyle ısı işlem uygulanan Avrupa ladini odununun teknolojik (fiziksel ve mekaniksel) özelliklerini incelemiştir. Kullanılan ağaç türü 190 °C sıcaklıkta 90 dakika ve 212 °C sıcaklıkta 120 dakika süre ile “ThermoWood” yöntemiyle ısı işleme tabi tutulmuştur. Deney sonuçlarına göre 190 °C sıcaklık ve 90 dakika süre için hacimsel daralmada, hacimsel genişlemede, tam kuru yoğunlukta, hava kurusu yoğunlukta, basınç direncinde, eğilme direncinde ve elastikiyet modülünde meydana gelen azalma oranları sırasıyla % 22.61, % 26.61, % 7.46, % 6.26, % 12.48, % 18.20, % 14.46 iken, 212 °C sıcaklık ve 120 dakika süre için ise azalma oranı sırasıyla, % 38.66, % 31.36, % 14.77, % 11.24, % 16.16, % 40.65, % 28 bulunmuştur.

Perçin ve Ayan (2012) “Isıl İşlem Uygulanmış Ağaç Malzemedeki Vida Çekme Direncinin Belirlenmesi” adlı çalışmalarında ısı işlem uygulanmış bazı ağaç malzemelerdeki vida tutma direncini belirlemişlerdir. Bu maksatla Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), sapsız meşe (*Quercus petraea* L.), sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) ve kara kavak (*Populus nigra* L.) odunlarını tercih etmişler ve deneyler sonucunda, teğet kesitte elde edilen vida çekme dirençleri enine kesitten daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir.

Çıtak (2012) “Boraks ve borik asit ile emprenye edilmiş ve ısı işlem tabi tutulmuş kayın odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi” adlı yüksek lisans tezinde boraks ve borik asit ile emprenye edildikten sonra ısı işlem tabi tutulmuş Doğu kayını (*Fagus Orientalis* L.) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimleri

incelemiştir. Çalışmanın sonucunda işlem sıcaklığı arttıkça ağırlık kaybında bir düşüş olduğunu gözlemlemiştir.

Özkan (2013) “Isıl işlemle muamele edilmiş göknar odununun biyolojik, mekanik, fiziksel ve dış ortam dayanımı özellikleri” adlı yüksek lisans tezinde, iki farklı ısıl işlem yöntemi, 3 farklı sıcaklık ve sürede Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* subsp. *bornmulleriana* Mattf.) odunlarına uygulanmıştır. Isıl işlemin Uludağ göknarı odunları üzerinde meydana getirdiği yoğunluk, su alma, hacimsel şişme, statik eğilme direnci, statik eğilmede elastikiyet modülü ve liflere paralel basınç direnci gibi bazı fiziksel ve mekanik değişimler incelenmiştir. Sonuç olarak en iyi performansı veren ısıl işlem yöntemi, uygulama sıcaklığı ve süresi ile ilgili yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre: a) 200 °C’de 6 saat azot atmosferinde ısıl işlem uygulaması ile b) 150 °C’de 2 saat yağlı ısıl işlem uygulaması sonucu odunlarda su alma, hacimsel şişme, doğal yaşlandırma renk değişimi ve yüzey pürüzlülüğü özelliklerinin olumlu yönde olduğu sonucuna varmıştır.

## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE METOD

#### 2.1 Materyal

##### 2.1.1 Örnek Ağaçların Seçilmesi

Yapılan çalışmada yapraklı ağaç türlerinden melez kavak (*Populus euroamericana*) ve iğne yapraklı ağaç türü olarak Gökmar (*Abies bornmülleriana*) odun örnekleri kullanılmıştır. Her iki ağaç türü de Bartın bölgesinden temin edilmiştir. Ağaç seçiminde lif kıvrıklığı, mantar ve böcek zararı olmamasına dikkat edilmiştir.

##### 2.1.2 Örneklerin Hazırlanması

Odun örnekleri deney boyutlarına Bartın Üniversitesi Mobilya Dekorasyon Atölyesi'nde getirilmiştir. Tomruk halinde temin edilen odun örnekleri önce doğal kurutmaya bırakılmıştır. Daha sonra empenye ve ısıtma işlemi deney örnekleri ve kontrol örnekleri ilgili standartlara göre boyutlandırılıp denge rutubet miktarına kadar kurutulmuştur.

Tablo 1: Odun örneklerine uygulanan test yöntemleri ve örnek sayıları.

Varyasyonlar	Örnek boyutu (mm)	Tekrar sayısı *	Su Alma Oranı	Su İtici Etkinlik	Eğilme Direnci	LPBD	Mantar Testi	Teğetsel Genişleme
Yağ ile empenye edilecek örnekler	20x20x10	5	√	√				√
	5x10x30	6					√	
	20x20x300	6			√			
	20x20x30	6				√		
ısıtma işlemi uygulanacak örnekler	20x20x10	5	√	√				√
	5x10x30	6					√	
	20x20x300	6			√			
	20x20x30	6				√		
Yağ+Isıtma işlemi uygulanacak örnekler	20x20x10	5	√	√				√
	5x10x30	6					√	
	20x20x300	6			√			
	20x20x30	6				√		
Kontrol	20x20x10	10	√	√				√
	5x10x30	10					√	
	20x20x300	10			√			
	20x20x30	10				√		



## 2.2 Metod

### 2.2.1 Emprenye işlemi

Deney örneklerinin emprenyesi ASTM D 1413-76 standardının ön gördüğü şekilde gerçekleştirilmiştir. Emprenye işleminden önce örnekler 103 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş ve emprenye öncesi tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Emprenye işlemi için kullanılacak örnekler 2 hafta süreyle % 65 bağıl nem ve 25 °C oda sıcaklığında denge rutubet miktarında kondisyonlanmışlardır. Emprenye işleminden hemen önce denge rutubet miktarına ulaşan örneklerin ağırlıkları  $\pm 0,01$ g duyarlıklı terazi ile tartılmıştır.

Emprenye işleminde kullanılan tall yağı Çaycuma OYKA kâğıt fabrikasından sıvı halinde alınmıştır. Deneylerde kullanılan emprenye maddesinin çözelti konsantrasyonları % 10 ve % 20 olacak şekilde etanol ile oda sıcaklığında hazırlanmıştır.

Emprenye yöntemi olarak vakum-basınç yöntemi uygulanmıştır. Emprenye işleminde 650 mmHg 30 dakika vakum ve 6 bar basınç 1 saat süre ile uygulanmıştır. Basınç uygulaması bittikten sonra atmosfer basıncına dönülerek emprenye maddesi dışarı alınmıştır. Sonra örnekler emprenye kazanından alınmış ve ağırlıkları tartılmıştır. Daha sonra örnekler önce oda şartlarında kurumaya bırakılmış sonra etüvde  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Bunun ardından emprenyeli örneklerin tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Emprenye düzeneği şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1: Emprenye düzeneği.

### 2.2.2 Yüzde Ağırlık Artışı (AA) (Emprenye Sonucu)

Deney örneklerinin emprenye sonucu % Ağırlık Artışı miktarları emprenye sonrası ( $M_2$ ), ve emprenye öncesi ağırlıkları ( $M_1$ ) alınarak aşağıda belirtilen Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Ağırlık artışı} = ((M_2 - M_1) / M_1) * 100 \quad (1)$$

### 2.2.3 Isıl İşlem Yöntemi

Isıl işleme tabi tutulacak örnekler 103 °C sıcaklıkta tam kuru ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler kurutma fırınından alınarak 0,01g duyarlıklı terazide tartılmıştır. Isıl işlem uygulaması 180 ve 200 °C olmak üzere 2 ayrı sıcaklıkta ve 1saat ve 2 saat olmak üzere 2 ayrı süre kombinasyonu ile toplam 12 varyasyonda gerçekleştirilmiştir.

Isıl işlem uygulaması sıcaklığı kontrol edilebilen bir etüvde normal atmosfer ortamında gerçekleştirilmiştir. Isıl işlem sonunda etüvden çıkarılan örneklerin ağırlıkları tartılmıştır. Örnekler daha sonra % 12 rutubete getirilmek üzere deney zamanına kadar % 65 bağıl nem

ve 20 °C oda sıcaklığında denge rutubet miktarında bekletilmiştir. Şekil 2’de ısıtma işlemi için kullanılan ısıtma ünitesi yer verilmiştir.



Şekil 2: Isıtma işlemi için kullanılan ısıtma ünitesi.

#### 2.2.4 Ağırlık Kaybı (Isıtma İşlemi Sonucu)

Isıtma işlemi sonucunda örneklerde ağırlık kaybı meydana gelmektedir. Örneklerde meydana gelen ağırlık kaybı aşağıdaki Eşitlik 2 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$AK (\%) = ((m_2 - m_1) / m_1) * 100 \quad (2)$$

AK: Ağırlık Kaybı

$m_2$ : Isıtma işlemi sonrası ağırlık

$m_1$ : Isıtma işlemi öncesi hava kurusu ağırlık

Su alma oranı (SAO), teğetsel genişleme (TG) deneyleri için örnekler 2x2x1 cm (teğet x radyal x lifler yönü) boyutlarında ebatlandırılmıştır (mt: teğet uzunluk, mr: radyal uzunluk). Test ve kontrol örneklerinin hava kurusu haldeki boyut ve ağırlıkları 0,01 mm ve 0,001 g duyarlılıkta tespit edilmiştir. Sonra test ve kontrol örnekleri 20 ± 1 °C’de damıtılmış su içerisine bırakılmıştır. 2, 4, 6, 24, 48, 72 saatlik periyotlar sonunda deney ve kontrol örneklerinin üzerlerindeki su silinerek ve aynı duyarlılıkta tartımları yapılarak örneklerin aldıkları su miktarları (Abs) ölçülmüştür. Başlangıçtaki hava kurusu ağırlık

(Pao) ve Abs değerleri kullanılarak SAO (%), her periyotta, her test ve kontrol örneği için ayrı ayrı olmak üzere aşağıda belirtilen Eşitlik 3'e göre hesaplanmıştır.

$$SAO = \frac{Abs-Pao}{Pao} * 100 \quad (3)$$

Teğetsel genişleme miktarı için, SAO deneylerinde kullanılan örneklele işlem yapılmıştır. Bu deneylerde kullanılan test ve kontrol örneklelerinin tam kuru halde teğet yöndeki boyutları, 0.01 mm duyarlılıkta elektronik kumpas yardımı ile ölçölmüştür. Boyutlar değişmez hale gelinceye kadar suda bekletilen örneklelerden aynı noktalardan yapılan ölçömlerle genişlemiş haldeki boyutlar belirlenmiştir. TS 2472'deki genel esaslara uyularak yapılan ölçömlerden sonra, teğetsel genişleme yüzdesi değerleri aşağıda belirtilen Eşitlik 4 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$TG = \frac{T2-T1}{T1} * 100 \quad (4)$$

Eşitlikte;

T1: teğet yönde tam kuru haldeki boyutlar,

T2: teğet yönde 2 haftalık suda bekletme sonunda genişlemiş boyutları ifade etmektedir.



şekil 3: Boyutsal stabilizasyon testi örnekleleri.

Su itici etkinlik değerleri için, SAO deneylerinde kullanılan örneklerle işlem yapılmıştır.

$$SİE = \frac{A_k - A_t}{A_k} * 100 \quad (5)$$

Eşitlikte;

A<sub>k</sub>: Suda bekletilen test örneği ağırlığı,

A<sub>t</sub>: Suda bekletilen kontrol örneği ağırlığını ifade etmektedir.

### 2.2.5 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci deneylerinde TS 2474, eğilmeye elastikiyet modülü için TS 2478 esaslarına uyulmuştur. Eğilme direnci deneylerinde her bir varyasyon için 6 adet olmak üzere 20x20x300 mm boyutlarında 90 adet örnek hazırlanmıştır.

Eğilme direnci deneyinde TS 2474 standardının esaslarına uyulmuştur. Deneyler yapılmaya başlamadan önce örnekler hava kurusu hale getirilmiş ve ±0,01 mm duyarlığa sahip olan dijital bir kumpasla örneklerin radyal yönü genişlik teğet yönü ise yükseklik olarak alınmak suretiyle genişliği ve yüksekliği ölçülmüştür. Örnekler makineye dayanak noktaları arasındaki açıklık kalınlığın 12 katı olarak yerleştireilmiş yük deney örneklerinin radyal yüzüne yıllık halkalara teğet yönde ve deney örneğinin tam orta kısmından uygulanmıştır. Daha sonra üniversal test aletinin yükleme mekanizmasının hızı 1,5±0,5 dakikada kırılacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil, 4). Aşağıda verilen Eşitlik 6 yardımıyla eğilme direnci hesaplanmıştır.

$$\sigma_e = \frac{3 * F * l_s}{2b * h^2} \left( \frac{N}{mm^2} \right) \quad (6)$$

Bu eşitlikte;

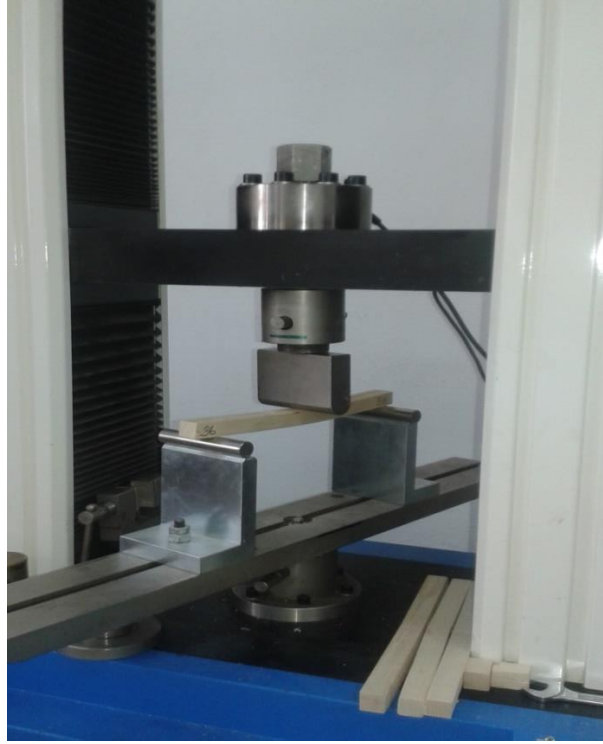
$\sigma_e$ : Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>),

F: Kırılma anında ölçülen maksimum kuvvet (N),

l<sub>s</sub>: Dayanaklar arası açıklık (mm),

b: Örnek genişliği (mm),

h: Örnek yüksekliği (mm), değerlerini ifade etmektedir.



Şekil 4: Üniversal test cihazı ile eğilme direnci testi.

### 2.2.6 Liflere Paralel Basınç Direnci

Liflere paralel basınç direnci TS 2595 standardının esaslarına göre yapılmıştır. Bu standart gereği 20x20x30 mm boyutlarında toplam 90 adet örnek kullanılarak numunelerin liflere paralel basınç direnci tespit edilmiştir. Deneye başlamadan önce tüm örnekler hava kurusu hale getirilmiştir. Hava kurusuna gelmiş deney numuneleri lif yönü kuvvet yönüne paralel gelecek şekilde, üniversal test makinesine yerleştirilmiştir. Üniversal test mekanizması, ezilmenin yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde çalıştırılmıştır (TS 2595, 1977) (Şekil, 5). Deneylerden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı ölçülüp, basınç dirençleri ( $\sigma_b$ ); aşağıdaki Eşitlik 7 yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\sigma_b = \frac{F}{A} (N/mm^2) \quad (7)$$

A =Örneğin enine kesit alanı ( $mm^2$ )

$\sigma_b$ : Deney anında ölçülen kuvvet değeri (N),



Şekil 5: Basınç direnci testi.

### 2.2.7 Mantar Çürüklük Testi

Mantar çürüklük deneyinde çürüklük mantarlarına karşı direnç performansları EN 113 (1996) standardına göre belirlenmiştir. Deney örnekleri 0,5x1x3 cm şeklinde boyutlandırılmıştır. Örnekler mantar testi öncesinde  $103 \pm 2$  °C’de değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek çürüklük öncesi tam kuru ağırlık (ÇÖ) olarak kaydedilmiştir. Çürüklük testinde yapraklı ağaç türü olan kavak için beyaz çürüklük mantarı *Trametes Versicolor* ve iğne yapraklı ağaç türü olan göknar için ise esmer çürüklük mantarı *Coniophora Puteana* kullanılmıştır. Besi ortamı için 1 lt saf suya 48 gr. malt ekstrakt-agar konularak toplam 2 lt çözelti hazırlanmıştır. Çözeltiyi sterilize etmek için, 1 lt’lik erlenlerin ağzları alüminyum folyo ile kaplanarak 121 °C deki bir otoklavda 25 dakika bekletilmiş ve süre sonunda otoklavdan çıkarılarak UV odasında soğumaya bırakılmışlardır. Mantar aşılama kavanozları ve mantar aşılama da kullanılacak tüm aparatlar oluşabilecek her hangi bir kontaminasyonun önlenmesi açısından otoklavda sterilize edilmişlerdir. Agar çözeltisi ılıklaşıp dökme kıvamına gelince petri kaplarına aktarılmıştır. Petri kapları misellerin iyice sarması için 22 °C ve % 65 bağıl nem koşullarındaki klima dolabında yaklaşık bir hafta süreyle bekletilmiştir. Miseller gelişimlerini tamandıktan sonra, otoklavda sterilize edilmiş her bir ağaç türüne ait test ve kontrol örnekleri, her petri kabına bir adet test ve bir adet kontrol olacak şekilde

yerleştirilmiştir. Her bir test ve kontrol örneklerinin üzerleri kodlanmıştır. Petri kaplarının tamamı 22 °C ve % 65 bağıl neme ayarlanmış olan iklimlendirme dolabına konularak kontrol ve test örnekleri 2 ay süre ile mantar çürüklük testine tabi tutulmuştur.

Süre sonunda petri kaplarından alınan örnekler 103 ± 2 °C 'deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiş ve tam kuru ağırlıkları ölçülerek çürüklük sonrası tam kuru ağırlık (ÇS) olarak kaydedilmiştir. Eşitlik yardımıyla mantar çürüklük testi ile örneklerde oluşan ağırlık kaybı(%) aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır (EN-113, 1996). Şekil 6'da mantar çürüklük testi örneklerine yer verilmiştir.

$$\% AK = \frac{\text{ÇÖ} - \text{ÇS}}{\text{ÇÖ}} * 100 \quad (8)$$

Eşitlikte;

AK: Ağırlık Kaybı

Çö: çürüklük öncesi tam kuru ağırlık,

Çs: çürüklük sonrası tam kuru ağırlık



Şekil 6: Mantar çürüklük testi örnekleri.



## BÖLÜM 3

### BULGULAR VE İRDELEME

#### 3.1 Fiziksel Özellikler

##### 3.1.1 Su alma örneklerine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye sonrası) ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait emprenye sonucu Ağırlık artışı (%) (AA), ve ısıl işlem sonucu ağırlık kaybı (%) değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla tablo 2 ve tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 2: Kavak odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)	
Emprenye	% 10	22,47(4,19)	-	
	% 20	41,74(3,50)	-	
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	-	-0,97(0,61)	
	180 °C 2 Saat	-	-1,47(0,28)	
	200 °C 1 Saat	-	-2,10(0,59)	
	200 °C 2 Saat	-	-1,21(0,51)	
Emprenye+Isıl işlem	% 10	180 °C 1 Saat	22,85(1,41)	-1,81(0,30)
		180 °C 2 Saat	21,85(1,67)	-3,50(0,76)
		200 °C 1 Saat	22,28(0,83)	-7,51(1,43)
		200 °C 2 Saat	22,05(1,13)	-5,39(1,04)
	% 20	180 °C 1 Saat	43,15(1,56)	-2,16(0,45)
		180 °C 2 Saat	40,93(4,66)	-4,11(0,91)
		200 °C 1 Saat	43,08(5,25)	-12,23(2,43)
		200 °C 2 Saat	41,73(3,61)	-7,05(0,96)

Tablo 3: Gök nar odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)
Emprenye	%10	22,99(0,46)	-
	%20	42,19(2,15)	-
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	-	-0,24(0,30)
	180 °C 2 Saat	-	-0,37(0,48)
	200 °C 1 Saat	-	-1,06(0,68)
	200 °C 2 Saat	-	-0,00(0,37)
Emprenye+Isıl işlem	%10	180 °C 1 Saat	23,77(1,05)
		180 °C 2 Saat	23,03(1,05)
		200 °C 1 Saat	22,95(0,28)
		200°C 2 Saat	21,72(1,30)
	%20	180 ° 1 Saat	42,44(2,74)
		180 °C 2 Saat	42,87(2,25)
		200 °C 1 Saat	43,23(1,55)
		200 °C 2 Saat	41,11(2,25)

Tablo 2 ve 3 incelendiğinde emprenye maddesi konsantrasyonu artışına paralel olarak retensiyon ve WPG değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Aynı şekilde ısıl işlem süresi ve sıcaklığının artışı ile 180 °C- 2 saatlik varyasyonlar hariç ağırlık kaybı değerleri artmıştır. Emprenye sonrası ısıl işlem uygulamasıyla benzer sonuçlar elde edilmiştir. Konsantrasyonun artışıyla ağırlık kaybı değerleri artış göstermiştir. Bunun sebebi olarak odun içerisindeki tall yağının ısıl işlem sonrası akma göstermesidir. Yani ısı etkisiyle tall yağı odun dışına sızma göstermiştir.

### 3.1.2 Su alma oranı ve Teğet yöndeki genişleme değerleri

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait SAO (%) değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla tablo 4 ve tablo 5’de verilmiştir. Bu örneklere ait teğet yöndeki genişleme değerleri ise tablo 6 ve tablo 7’de sırasıyla verilmiştir.

Tablo 4: Kavak odununa ait SAO (%) değerleri.

Varyasyonlar			2 Saat	4 Saat	6 Saat	24 Saat	48 Saat	72 Saat	1 Hafta	2 Hafta	
Kontrol		$\bar{x}$	52,28	62,68	71,32	101,70	126,29	143,48	172,65	201,76	
		S.s	3,47	4,02	4,24	4,29	2,60	4,03	4,09	1,87	
Emprenye	%10	$\bar{x}$	38,57	44,92	51,42	78,23	94,20	105,81	129,31	147,55	
		S.s	1,99	1,68	1,49	3,08	2,07	1,63	2,73	6,99	
	%20	$\bar{x}$	32,28	39,08	43,33	62,78	74,11	85,16	101,85	111,62	
		S.s	4,84	4,63	4,62	5,89	5,84	5,45	4,08	3,70	
Isıl işlem	180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	50,12	58,42	63,80	86,16	108,29	124,77	159,29	191,18	
		S.s	6,09	6,07	4,98	4,11	3,52	3,83	4,23	4,85	
	180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	61,41	69,79	72,46	92,14	113,71	128,28	164,18	196,57	
		S.s	7,77	7,74	6,73	5,57	6,17	5,39	6,06	5,63	
	200 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	58,55	66,46	70,12	89,18	113,28	133,41	166,13	194,24	
		S.s	3,69	5,04	4,56	3,56	3,99	4,22	7,30	12,24	
200 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	64,27	70,10	73,70	93,06	115,52	133,97	168,80	198,64		
	S.s	3,85	4,47	4,60	6,32	6,63	7,35	8,73	9,21		
Emprenye + ısıl işlem	%10	180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	38,78	46,10	51,23	70,64	89,15	104,33	128,10	151,92
			S.s	6,19	5,18	5,33	6,57	7,68	7,30	6,87	4,67
		180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	39,75	44,73	49,44	67,61	84,38	96,59	124,69	150,19
			S.s	4,53	3,96	3,81	4,35	4,08	4,25	3,18	2,66
		200 °C -1 Saat	$\bar{x}$	30,31	35,72	40,60	60,66	75,31	84,07	104,59	114,90
			S.s	1,78	1,28	1,42	2,21	3,22	3,04	2,48	3,10
	%20	200 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	27,06	32,75	37,72	52,39	66,26	76,94	98,56	114,95
			S.s	4,02	3,83	3,73	4,19	5,01	5,79	5,03	3,66
		180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	27,47	34,92	39,83	51,02	66,66	79,24	108,44	144,34
			S.s	3,77	4,83	4,20	3,81	5,72	6,25	6,19	2,99
		180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	30,25	38,42	44,74	58,70	71,06	86,24	114,53	144,82
			S.s	2,47	3,00	3,05	2,72	7,85	3,23	3,16	4,13
200 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	21,83	28,07	31,80	42,54	53,81	62,62	83,39	113,32		
	S.s	3,08	3,65	3,93	3,39	3,67	3,74	3,81	5,63		
200 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	25,33	31,42	36,59	46,32	57,97	68,50	91,92	114,54		
	S.s	4,93	4,48	4,24	4,00	4,87	4,91	4,82	3,15		

Tablo 5: Gök nar odununa ait SAO (%) değerleri.

Varyasyonlar		2 Saat	4 Saat	6 Saat	24 Saat	48 Saat	72 Saat	1 Hafta	2 Hafta		
Kontrol		$\bar{X}$	88,01	91,99	95,48	103,79	122,35	138,00	166,41	196,35	
		S.s	9,96	9,60	9,87	9,94	12,58	12,93	13,17	11,22	
Emprenye	%10	$\bar{X}$	41,42	52,66	57,64	64,29	72,71	87,28	117,30	141,68	
		S.s	4,86	3,79	2,58	2,52	2,97	1,88	1,72	1,21	
	%20	$\bar{X}$	32,87	43,64	46,69	54,75	61,02	73,81	96,61	110,54	
		S.s	0,88	0,60	0,39	0,50	0,67	2,01	3,31	4,03	
Isıl işlem	180 °C-1 Saat	$\bar{X}$	79,24	85,76	84,43	96,38	111,97	129,61	158,71	196,04	
		S.s	7,73	6,41	7,11	5,44	6,24	6,46	8,27	5,22	
	180 °C -2 Saat	$\bar{X}$	85,71	89,84	91,04	102,05	119,25	134,63	169,50	200,46	
		S.s	10,88	10,52	10,67	10,31	10,35	10,47	11,05	4,58	
	200 °C-1 Saat	$\bar{X}$	74,23	79,34	80,85	92,02	108,41	125,64	159,49	187,05	
		S.s	6,49	6,46	6,51	6,20	6,66	7,12	9,04	9,82	
	200 °C -2 Saat	$\bar{X}$	94,68	98,13	100,86	111,66	127,83	144,45	174,28	198,21	
		S.s	10,07	9,36	8,96	7,61	7,82	7,37	5,63	3,61	
Emprenye + ısıl işlem	%10	180 °C - 1 Saat	$\bar{X}$	44,75	54,31	56,91	65,65	73,54	86,40	115,29	142,48
		S.s	5,04	3,42	2,51	2,85	3,98	5,08	7,87	4,50	
		180 °C - 2 Saat	$\bar{X}$	41,42	51,78	55,79	62,15	69,50	81,85	107,91	133,96
		S.s	1,96	1,46	1,22	0,88	1,13	2,21	3,88	5,53	
		200 °C - 1 Saat	$\bar{X}$	35,46	43,75	47,69	53,79	59,25	69,24	90,36	108,41
		S.s	0,88	0,70	0,56	0,79	0,78	1,14	0,85	2,30	
	%20	200 °C - 2 Saat	$\bar{X}$	35,76	45,42	49,58	53,94	61,23	72,51	93,44	114,79
			S.s	1,87	0,92	1,01	0,93	1,14	2,19	4,09	23,65
		180 °C - 1 Saat	$\bar{X}$	37,71	48,60	53,00	63,07	69,76	82,83	111,34	132,81
			S.s	3,55	2,31	1,51	1,71	1,68	1,63	3,34	2,20
		180 °C - 2 Saat	$\bar{X}$	40,45	48,42	53,05	60,01	67,25	77,82	105,34	132,36
			S.s	1,15	1,35	1,08	1,10	1,68	2,51	5,13	5,58
		200 °C - 1 Saat	$\bar{X}$	31,86	41,10	45,85	54,24	61,16	71,27	92,21	112,17
			S.s	0,86	0,55	0,65	0,33	0,35	0,80	2,75	4,37
		200 °C - 2 Saat	$\bar{X}$	30,02	39,65	44,97	52,39	58,72	68,41	88,18	107,05
			S.s	2,43	2,17	1,73	0,93	1,30	2,48	4,19	4,00

Tablo 6: Kavak odununa ait TG (%) değerleri.

Varyasyonlar		2 Saat	4 Saat	6 Saat	24 Saat	48 Saat	72 Saat	1 Hafta	2 Hafta		
Kontrol		$\bar{x}$	4,78	6,12	6,95	6,33	6,83	7,04	6,93	7,00	
		S.s	0,78	0,69	0,82	0,71	0,67	0,56	0,91	0,96	
Emprenye	%10	$\bar{x}$	4,78	5,16	5,48	5,81	5,91	6,03	5,95	5,98	
		S.s	0,40	0,53	0,43	0,75	0,71	0,72	0,82	0,80	
	%20	$\bar{x}$	4,72	6,13	6,16	6,44	6,27	6,17	6,29	6,19	
		S.s	0,89	0,52	0,76	1,10	0,86	0,82	0,77	0,58	
Isıl işlem	180 °C-1 Saat	$\bar{x}$	4,47	5,26	5,88	6,25	6,34	6,33	6,42	6,31	
		S.s	0,43	0,41	0,79	0,81	0,76	0,50	0,50	0,39	
	180 °C -2 Saat	$\bar{x}$	4,49	5,54	5,82	6,18	6,29	6,21	6,21	6,27	
		S.s	0,70	0,52	0,65	0,68	0,66	0,66	0,62	0,59	
	200 °C-1 Saat	$\bar{x}$	4,20	4,78	4,99	5,28	5,27	5,24	5,33	5,37	
		S.s	0,78	0,60	0,66	0,56	0,63	0,67	0,69	0,72	
	200 °C -2 Saat	$\bar{x}$	4,26	4,93	5,25	5,34	5,41	5,38	5,49	5,43	
		S.s	0,50	0,85	1,00	1,03	1,06	0,92	0,91	0,83	
Emprenye + ısı́l işlem	%10	180 °C-1 Saat	$\bar{x}$	3,90	4,94	5,59	5,14	5,28	5,26	5,31	5,28
			S.s	0,77	0,82	0,82	0,32	0,33	0,33	0,35	0,28
		180 °C-2 Saat	$\bar{x}$	4,25	5,27	5,35	5,75	5,83	5,80	5,84	5,83
			S.s	0,39	0,66	0,65	0,58	0,57	0,52	0,52	0,56
		200 °C-1 Saat	$\bar{x}$	3,34	4,55	5,08	5,34	5,43	5,46	5,52	5,44
			S.s	0,40	0,28	0,46	0,45	0,43	0,44	0,44	0,19
	200 °C-2 Saat	$\bar{x}$	3,46	5,23	5,01	5,20	5,28	5,27	5,27	5,30	
		S.s	0,63	1,14	0,83	0,81	0,77	0,68	0,64	0,63	
	%20	180 °C-1 Saat	$\bar{x}$	2,24	3,07	3,19	3,54	3,64	3,71	3,72	3,81
			S.s	0,17	0,38	0,36	0,39	0,37	0,33	0,32	0,34
		180 °C-2 Saat	$\bar{x}$	3,22	4,00	4,59	4,64	4,76	4,88	4,92	4,96
			S.s	0,46	0,38	0,55	0,42	0,42	0,40	0,41	0,40
200 °C-1 Saat		$\bar{x}$	2,01	2,57	3,03	3,12	3,32	3,29	3,38	3,41	
		S.s	0,12	0,50	0,37	0,39	0,44	0,49	0,52	0,53	
200 °C-2 Saat		$\bar{x}$	3,15	3,89	4,08	4,45	4,54	4,62	4,70	4,76	
		S.s	1,04	0,86	0,85	0,79	0,84	0,85	0,81	0,79	

Tablo 7: Gök nar odununa ait TG (%) değerleri.

Varyasyonlar		2 Saat	4 Saat	6 Saat	24 Saat	48 Saat	72 Saat	1 Hafta	2 Hafta		
Kontrol		$\bar{x}$	7,88	8,37	8,43	8,57	8,71	8,51	8,70	8,50	
		S.s	1,99	2,01	1,91	2,03	1,99	2,06	1,99	1,89	
Emprenye	%10	$\bar{x}$	6,47	8,20	8,55	7,69	7,88	7,92	8,05	8,01	
		S.s	0,75	0,60	0,48	1,55	1,55	1,55	1,57	1,54	
	%20	$\bar{x}$	6,16	8,30	8,10	8,48	8,64	8,74	8,76	8,71	
		S.s	1,22	1,52	1,41	1,67	1,54	1,52	1,49	1,47	
Isıl işlem	180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	7,68	8,64	7,74	7,92	8,03	8,10	8,16	8,22	
		S.s	0,95	1,13	0,75	0,81	0,81	0,78	0,75	0,74	
	180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	9,15	9,59	9,29	9,49	9,46	9,56	9,59	9,64	
		S.s	0,62	0,65	0,55	0,64	0,43	0,41	0,40	0,35	
	200 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	7,59	8,49	8,53	8,47	8,54	8,71	8,80	8,85	
		S.s	1,00	0,92	0,75	0,52	0,54	0,51	0,56	0,55	
	200 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	9,24	9,69	9,70	9,31	9,36	9,36	9,40	9,35	
		S.s	1,06	0,73	0,96	0,73	0,95	1,02	0,97	1,06	
Emprenye + ısıl işlem	%10	180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	6,65	8,82	8,43	8,43	8,44	8,29	8,34	8,46
			S.s	0,92	1,32	0,86	0,82	0,91	0,69	0,73	0,70
		180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	6,18	7,23	7,24	7,47	7,38	7,46	7,47	7,57
			S.s	2,79	2,12	1,93	2,02	2,15	2,17	2,20	2,18
		200 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	7,18	8,30	8,06	8,10	8,19	8,24	8,23	8,13
			S.s	1,96	1,62	1,44	1,60	1,54	1,59	1,64	1,80
	%20	200 °C-2 Saat	$\bar{x}$	7,07	8,37	8,57	8,52	8,72	8,63	8,66	8,70
			S.s	1,47	1,55	2,24	2,18	2,17	2,22	2,21	2,20
		180 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	6,10	7,47	7,77	8,06	8,33	8,08	8,22	8,27
			S.s	0,70	0,88	0,90	0,93	0,90	0,74	0,68	0,93
		180 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	6,45	8,53	8,73	8,61	8,42	8,46	8,51	8,48
			S.s	0,86	0,39	0,54	0,56	1,15	1,14	1,14	1,07
200 °C - 1 Saat	$\bar{x}$	5,68	7,83	7,73	7,31	7,44	7,47	7,52	7,54		
	S.s	1,45	1,06	0,80	1,04	0,96	0,94	0,92	0,88		
200 °C - 2 Saat	$\bar{x}$	5,31	6,12	5,82	6,12	6,12	6,17	6,23	6,31		
	S.s	3,44	3,15	2,60	2,89	2,83	2,89	2,97	3,01		

### 3.2 Mekanik Özellikler

#### 3.2.1 Eğilme direnci örneklerine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıt işlem sonucu) değerleri

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıt işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıt işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait emprenye sonucu Ağırlık artışı (%) (AA), ve ısıt işlem sonucu Ağırlık kaybı (%) değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla tablo 8 ve tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 8: Kavak odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıt işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)	
Emprenye	% 10	21,31(2,77)	-	
	% 20	35,88(8,9)	-	
Isıt İşlem	180 °C 1 Saat	-	1,00(0,32)	
	180 °C 2 Saat	-	0,96(0,37)	
	200 °C 1 Saat	-	1,37(0,91)	
	200 °C 2 Saat	-	4,73(0,75)	
Emprenye+Isıt İşlem	% 10	180 °C 1 Saat	23,94(1,96)	1,75(0,10)
		180 °C 2 Saat	23,37(2,51)	1,57(0,17)
		200 °C 1 Saat	24,49(0,51)	1,51(0,14)
		200 °C 2 Saat	19,32(4,65)	6,53(1,64)
	% 20	180 °C 1 Saat	43,27(3,15)	2,13(0,34)
		180 °C 2 Saat	42,75(2,34)	1,65(0,24)
		200 °C 1 Saat	45,38(2,10)	1,45(0,58)
		200 °C 2 Saat	40,85(1,27)	8,00(1,94)

Tablo 9: Gökmar odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA %	Ağırlık Kaybı %
Emprenye	% 10	18,60(4,15)	-
	% 20	22,74(7,77)	-
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	-	0,98(0,03)
	180 °C 2 Saat	-	0,42(0,91)
	200 °C 1 Saat	-	1,26(1,72)
	200 °C 2 Saat	-	1,52(0,07)
Emprenye+Isıl işlem	% 10	180 °C 1 Saat	16,76(2,60)
		180 °C 2 Saat	18,76(1,67)
		200 °C 1 Saat	21,25(3,20)
		200 °C 2 Saat	17,27(1,18)
	% 20	180 °C 1 Saat	28,02(3,80)
		180 °C 2 Saat	29,92(5,29)
		200 °C 1 Saat	27,40(2,93)
		200 °C 2 Saat	29,70(4,75)

### 3.2.2 Eğilme Direnci ve Elastikiyet modülü

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve gökmar ağaç türlerine ait eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri tablo 10 ve tablo 11’da verilmiştir.

Tablo 10: Kavak odununa ait eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.

Varyasyonlar		Eğilme Direnci(N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet Modülü(N/mm <sup>2</sup> )
Kontrol		63,09(4,61)	4724,42(273,85)
Emprenye	% 10	69,00(4,53)	5010,38(264,40)
	% 20	66,36(7,99)	4652,36(1015,01)
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	67,41(8,74)	5324,72(551,57)
	180 °C 2 Saat	68,40(3,98)	5215,53(229,16)
	200 °C 1 Saat	63,30(3,13)	5123,38(546,33)
	200 °C 2 Saat	53,52(6,31)	4978,49(511,86)
Emprenye+Isıl işlem	% 10	180 °C 1 Saat	64,79(7,06)
		180 °C 2 Saat	71,42(8,20)
		200 °C 1 Saat	70,49(6,72)
		200 °C 2 Saat	59,27(7,92)
	% 20	180 °C 1 Saat	70,82(4,57)
		180 °C 2 Saat	68,81(7,81)
		200 °C 1 Saat	71,08(6,05)
		200 °C 2 Saat	58,38(3,58)



Tablo 11: Gök nar odununa ait eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.

Varyasyonlar		Eğilme Direnci(N/mm <sup>2</sup> )	Elastikiyet Modülü(N/mm <sup>2</sup> )	
Kontrol		69,30(5,25)	6451,71(411,84)	
Emprenye	%10	71,84(7,45)	6810,96(805,58)	
	%20	77,75(4,73)	7128,79(453,00)	
Isıl İşlem	180 °C 1 Saat	71,81(9,90)	6631,84(848,15)	
	180 °C 2 Saat	74,23(8,11)	6481,26(495,36)	
	200 °C 1 Saat	78,23(2,80)	7100,90(284,35)	
	200 °C 2 Saat	75,23(5,18)	6658,58(337,61)	
Emprenye+Isıl İşlem	%10	180 °C 1 Saat	74,55(7,95)	6670,44(410,02)
		180 °C 2 Saat	71,72(3,20)	6313,47(594,40)
		200 °C 1 Saat	70,25(8,87)	6155,58(811,61)
		200°C 2 Saat	77,22(5,59)	6752,30(264,52)
	%20	180 ° 1 Saat	80,58(6,47)	7007,58(496,55)
		180 °C 2 Saat	78,51(8,39)	6665,66(900,30)
		200 °C 1 Saat	78,01(9,60)	7084,79(671,30)
		200 °C 2 Saat	77,21(6,50)	6657,09(376,34)

### 3.2.3 Basınç direncine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu) değerleri

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait emprenye sonucu Ağırlık artışı (%) (AA), ve ısıl işlem sonucu Ağırlık kaybı (%) değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla tablo 12 ve tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 12: Kavak odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası) , ve Ağırlık kaybı (%) (ısıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)	
Emprenye	%10	19,54(1,30)	-	
	%20	35,06(3,33)	-	
Isıl İşlem	180 °C 1 Saat	-	0,23(0,31)	
	180 °C 2 Saat	-	0,86(0,11)	
	200 °C 1 Saat	-	2,55(0,96)	
	200 °C 2 Saat	-	1,39(0,84)	
Emprenye+Isıl İşlem	%10	180 °C 1 Saat	18,08(2,14)	0,66(0,21)
		180 °C 2 Saat	17,58(2,53)	1,67(0,26)
		200 °C 1 Saat	16,89(0,87)	4,93(1,66)
		200°C 2 Saat	19,50(1,36)	3,88(1,18)
	%20	180 ° 1 Saat	36,28(3,65)	0,80(0,23)
		180 °C 2 Saat	37,19(6,89)	3,58(0,64)
		200 °C 1 Saat	35,17(3,70)	5,09(1,04)
		200 °C 2 Saat	38,90(5,11)	3,83(1,33)

Tablo 13: Gök nar odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (ısı l işlem sonucu) de ğerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)	
Emprenye	% 10	21,08(1,58)	-	
	% 20	40,46(5,17)	-	
Isıl İşlem	180 °C 1 Saat	-	0,52(0,31)	
	180 °C 2 Saat	-	0,30(0,10)	
	200 °C 1 Saat	-	0,25(0,38)	
	200 °C 2 Saat	-	0,52(0,28)	
Emprenye+Isıl işlem	% 10	180 °C 1 Saat	21,40(1,61)	1,35(0,18)
		180 °C 2 Saat	23,70(1,53)	1,16(0,28)
		200 °C 1 Saat	19,29(0,55)	1,04(3,22)
		200 °C 2 Saat	20,00(1,46)	1,91(0,98)
	% 20	180 °C 1 Saat	38,15(4,14)	1,71(2,33)
		180 °C 2 Saat	40,27(5,51)	1,11(1,16)
		200 °C 1 Saat	41,38(5,46)	4,96(1,39)
		200 °C 2 Saat	42,02(5,41)	4,48(2,81)

### 3.2.4 Basınç direnci

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall ya ğı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısı l işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısı l işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait basınç direnci de ğerleri tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14: Kavak ve göknar odununa ait basınç direnci de ğerleri (N/mm<sup>2</sup>).

Varyasyonlar		Kavak(N/mm2)	Göknar(N/mm2)	
Kontrol		35,16(2,49)	39,32(2,82)	
Emprenye	% 10	43,72(3,02)	36,88(0,89)	
	% 20	41,88(1,17)	37,62(0,52)	
Isıl İşlem	180 °C 1 Saat	43,69(2,73)	36,78(2,38)	
	180 °C 2 Saat	42,01(3,10)	38,74(1,61)	
	200 °C 1 Saat	46,87(2,21)	42,07(2,63)	
	200 °C 2 Saat	46,39(1,73)	40,19(1,66)	
Emprenye+Isıl işlem	% 10	180 °C 1 Saat	42,73(2,66)	40,51(2,30)
		180 °C 2 Saat	40,57(1,47)	42,92(3,14)
		200 °C 1 Saat	49,76(2,13)	43,45(2,96)
		200 °C 2 Saat	43,82(1,40)	43,84(1,07)
	% 20	180 °C 1 Saat	45,93(2,62)	40,71(1,06)
		180 °C 2 Saat	42,15(2,73)	43,04(2,21)
		200 °C 1 Saat	46,21(3,68)	47,63(2,94)
		200 °C 2 Saat	44,44(1,71)	44,53(2,40)

### 3.3 Biyolojik Özellikler

#### 3.3.1 Mantar Çürüklük Testine ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri

%10 ve %20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait emprenye sonucu Ağırlık artışı (%) (AA), ve ısıl işlem sonucu Ağırlık kaybı (%) değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla tablo 15 ve tablo 16'da verilmiştir.

Tablo 15: Kavak odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)	
Emprenye	%10	21,38(1,92)	-	
	%20	37,25(7,92)	-	
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	-	0,35(0,49)	
	180 °C 2 Saat	-	1,13(0,28)	
	200 °C 1 Saat	-	0,98(0,83)	
	200 °C 2 Saat	-	2,69(0,69)	
Emprenye+Isıl işlem	%10	180 °C 1 Saat	22,85(3,11)	2,39(0,64)
		180 °C 2 Saat	19,15(3,06)	4,26(0,85)
		200 °C 1 Saat	20,19(1,79)	6,49(1,46)
		200°C 2 Saat	20,30(1,44)	5,77(0,72)
	%20	180 °C 1 Saat	43,35(3,51)	3,52(0,20)
		180 °C 2 Saat	41,74(1,31)	4,32(0,38)
		200 °C 1 Saat	40,31(3,47)	5,34(1,40)
		200 °C 2 Saat	40,27(7,52)	5,29(0,63)

Tablo 16: Gök nar odununa ait Ağırlık artışı (%) (AA) (Emprenye Sonrası), ve Ağırlık kaybı (%) (Isıl işlem sonucu) değerleri.

Varyasyonlar		AA (%)	Ağırlık Kaybı (%)
Emprenye	%10	21,27(1,92)	-
	%20	41,79(3,20)	-
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	-	-0,33(0,46)
	180 °C 2 Saat	-	-0,82(0,37)
	200 °C 1 Saat	-	-0,98(0,06)
	200 °C 2 Saat	-	-2,46(1,72)
Emprenye+Isıl işlem	%10	180 °C 1 Saat	21,67(1,52)
		180 °C 2 Saat	21,41(1,37)
		200 °C 1 Saat	21,84(1,98)
		200°C 2 Saat	20,77(1,22)
	%20	180 ° 1 Saat	43,96(2,58)
		180 °C 2 Saat	39,79(1,08)
		200 °C 1 Saat	38,11(1,49)
		200 °C 2 Saat	41,82(2,76)

### 3.3.2 Mantar Çürüklük Testi

% 10 ve % 20 konsantrasyonda tall yağı ile emprenye edilen, farklı sürelerde ve derecelerde ısıl işlem uygulanan ve emprenye sonrası ısıl işlem uygulanan kavak ve göknar ağaç türlerine ait Mantar Çürüklük testi değerleri tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17: Kavak odununa ait mantar çürüklük testi sonucu ağırlık kaybı değerleri.

Varyasyonlar		Ağırlık Kaybı (%)	
Kontrol		41,08(12,03)	
Emprenye	%10	28,42(8,66)	
	%20	8,93(4,91)	
Isıl işlem	180 °C 1 Saat	36,49(9,23)	
	180 °C 2 Saat	28,08(15,30)	
	200 °C 1 Saat	41,02(6,18)	
	200 °C 2 Saat	27,92(9,14)	
Emprenye+Isıl işlem	%10	180 °C 1 Saat	32,59(7,98)
		180 °C 2 Saat	25,98(4,83)
		200 °C 1 Saat	11,56(6,03)
		200°C 2 Saat	19,53(6,44)
	%20	180 ° 1 Saat	17,00(8,61)
		180 °C 2 Saat	10,55(10,20)
		200 °C 1 Saat	10,77(4,49)
		200 °C 2 Saat	13,69(4,58)

Şekil 7’de mantar çürüklük testi 2 aylık bekleme sonundaki örnekler gösterilmiştir.



Şekil 7: Kontrol - Emprenye + Isıl işlem örnekleri.

## BÖLÜM 4

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde % 10-20 konsantrasyonlarda emprenye edilmiş ve ardından 180 °C ve 200 °C’lerde 1-2 saat ısıtılma maruz bırakılmış test örnekleri ile bu gruplara ait kontrol örneklerinde meydana gelen değişimler grafiksel analizler ile açıklanmaya çalışılmıştır.

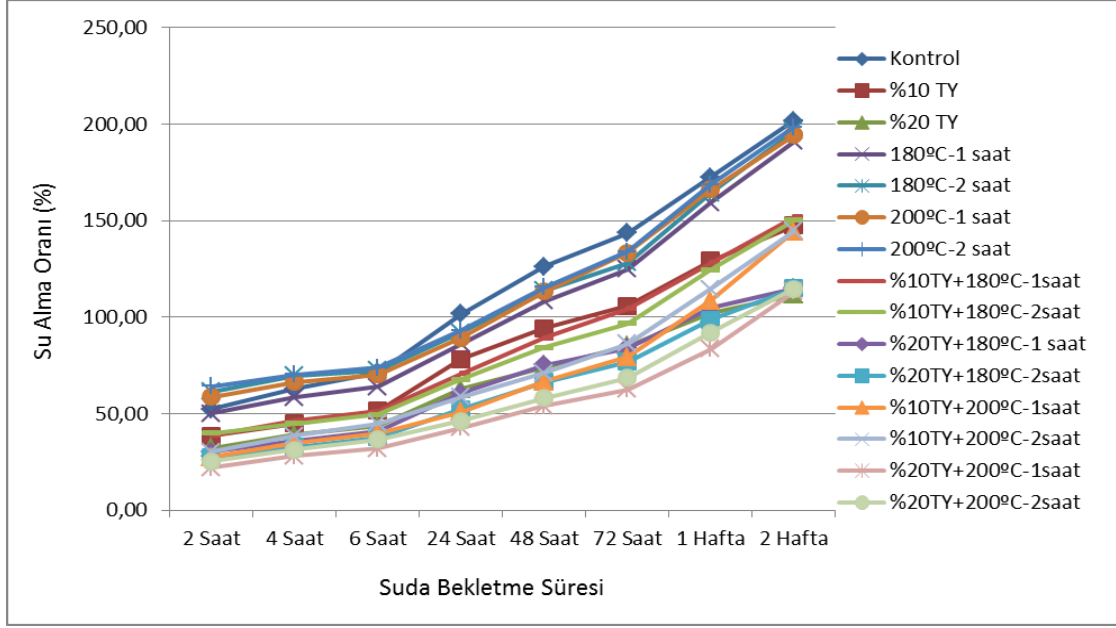
#### 4.1 Fiziksel Özellikler

##### 4.1.1 Su Alma Oranı, Teğetsel Genişleme, Su İtici Etkinlik

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile emprenye edilmiş ardından farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısıtılma maruz bırakılmış kavak ve göknar odunu test örnekleri ile bu varyasyonlara ait kontrol grupları örneklerinin 2,4,6,24,48,72 saat ve 1-2 hafta boyunca suda bekletilmesi sonucunda tam kuru odun ağırlığına kıyaslanmasıyla belirlenen ortalama su alma oranı, teğetsel genişleme ve su itici etkinlik değerleri, her bir ağaç türü için ayrı ayrı olarak kontrol grupları ile karşılaştırmalı olarak grafikler halinde sunulmuştur.

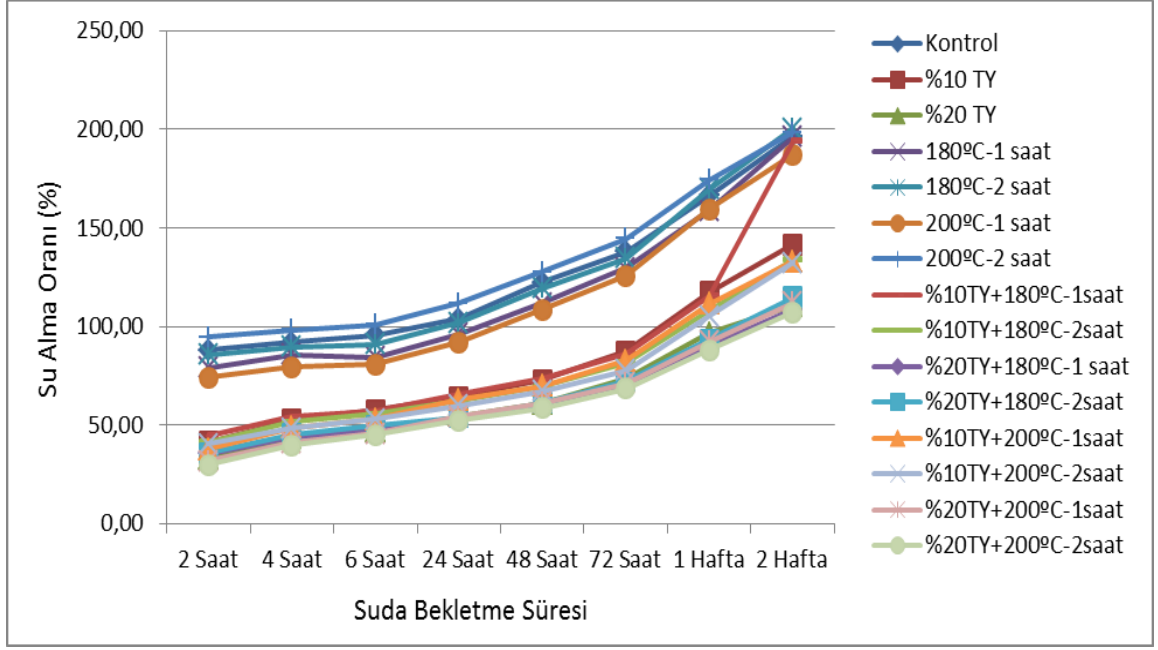
##### 4.1.1.1 Su Alma Oranı

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile emprenye edilmiş ardından farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısıtılma maruz bırakılmış kavak ve göknar odunu test örnekleri ile bu varyasyonlara ait kontrol grupları örneklerinin Su Alma Oranları değerleri şekil 8-9’da gösterilmiştir.



Şekil 8: Kavak odunu test örneklerinin Su Alma Oranları.

Kavak odunu örneklerine ilişkin Şekil 8 incelendiğinde ilk iki saatlik su alma oranları kontrol örneğine kıyasla en yüksek % 22,9 artış ile 200- °C’de 2 saat süreyle yapılan ısıl işlem grubu örneklerinde gerçekleşmiştir. Bu değeri % 17,5’lik bir artışla 180 °C 2 saat ve % 12 ile 200 °C 1 saat süreyle yapılan ısıl işlem grubu örnekleri takip etmiştir. Tall yağı ve ısıl işlem kombinasyonu varyasyonlarına bakıldığında ise 2 saatten 2 haftaya kadar olan tüm sürelerde su alma oranlarının kontrol örnekleri su alma oranına kıyasla daha az oranda olduğu görülmektedir. İki haftanın sonunda su alma oranları kontrol gruplarına göre bütün varyasyonlarda azalma göstermiştir. Kontrol gruplarından sonra en fazla su alma oranı 180 °C 2 saat ve 200 °C 2 saat suda bekleme örneklerinde olmuştur. Su alma oranında, % 20 TY + 200 °C 1 ve 2 saatlik varyasyonlu örnek gruplarında kontrol örneğine kıyasla % 43 oranında azalma meydana gelmiştir (şekil 8).



Şekil 9: Göknar odununa ait Su Alma Oranı.

Şekil 9'dan anlaşılacağı üzere, göknar odunu örneklerinde, 2 saatten 2 haftaya kadar su alma testi sonucu tall yağı empenyesinin ardından ısıl işlem uygulanan örneklerin su alma oranları, kontrol örnekleri su alma örneklerine kıyasla belirli miktarda azalma göstermiştir. Kontrol örneklerine kıyasla 2 haftalık su alma oranlarına bakıldığında en yüksek su alma oranlarının % 2'lik artış ile 180 °C 2 saat ve % 1'lik artış ile 200 °C 2 saat sadece ısıl işlem varyasyonlarında görülmüştür.

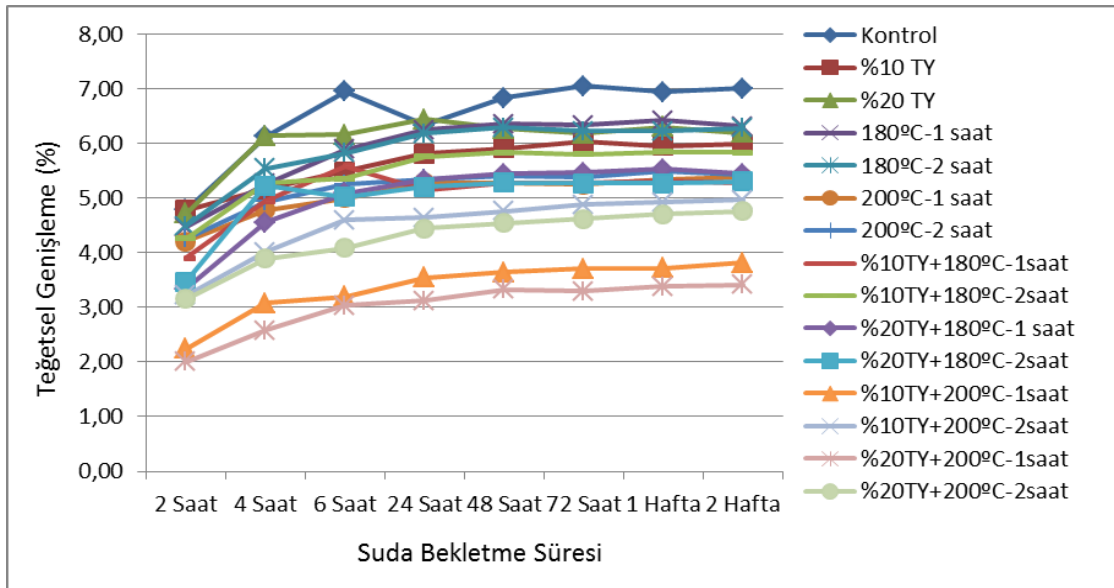
En düşük su alma değeri ise sırasıyla % 20 TY + 180 °C 1 saat % 44, % 20 TY 200 °C 1 saat % 43 ve % 20 TY + 200 °C 2 saat % 45 oranlarında ısıl işlem ve empenye kombinasyonlarında olmuştur. Diğer ısıl işlem ve empenye kombinasyonu gruplarına bakıldığında da bu değerlere yakın oranlarda su alma oranı azalmıştır. Isıl işlem ve empenye kombinasyonu ile su alma değeri kontrol, sadece ısıl işlem ve sadece empenye değerlerine kıyasla düşmüştür ve ısıl işlem empenye kombinasyonu olumlu etki yapmıştır. Isıl işlem sonrası odun örneklerinin fiziksel özelliklerinde iyileşmeler gözlenmektedir. Fakat yaptığımız çalışmada sadece ısıl işlem uygulanan örnek grupları kontrole yakın su alma değerleri göstermiştir. Çalışma sonuçlarımıza benzer sonuçlar literatürde elde edilmiştir. Can (2012) tarafından yapılan çalışmada kavak kontrol örnekleri ile test örnekleri 180 °C'de 2 saat süreyle yapılan ısıl işlem sonucu aynı su alma değerleri elde etmişlerdir.



Can ve Sivrikaya (2016) tarafından yapılan çalışmada tall yağı ile emprenye edilen göknar örneklerinin 72 saat sürelik su alma testlerinde emprenyeli örneklerin %38.58 oranında daha az su aldığı elde edilmiştir. Tall yağı konsantrasyonunun artışına paralel olarak su alımı azalma göstermiştir. Ayrıca yapılan bu çalışmada tall yağının su ile emülsiyon oluşturulması daha etkili sonuçlar ortaya koymuştur (Can ve Sivrikaya, 2016).

#### 4.1.1.2 Teğet Yöndeki Genişleme

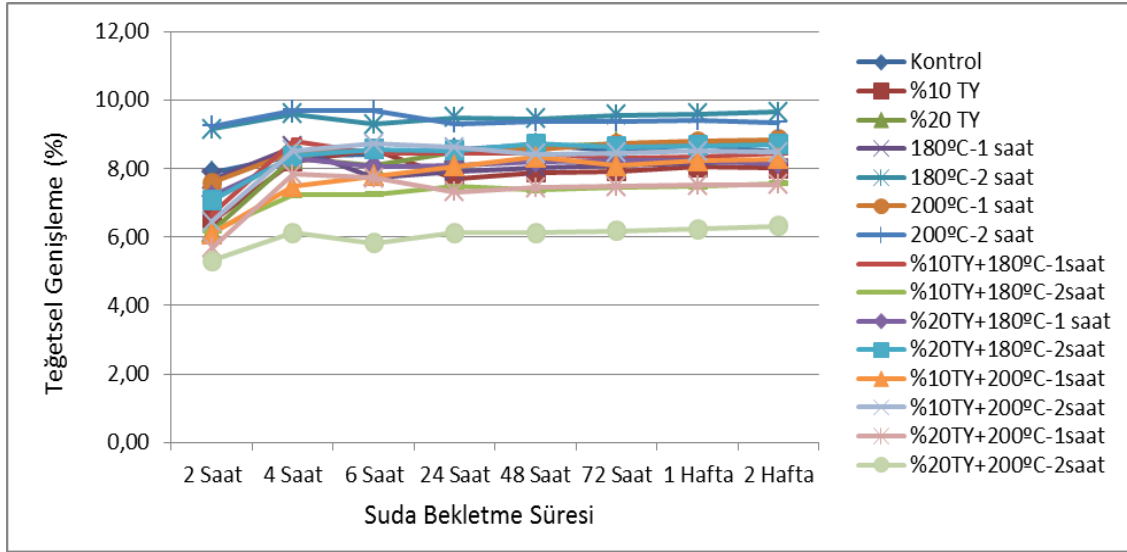
Yapılan bu çalışmada, boyut stabilizasyonu testinde teğet boyut ölçümleri baz alınarak teğet yöndeki nihai genişleme miktarı değerleriyle yapılmıştır. Şekil 10 ve 11’de 2 haftanın sonunda kavak ve göknar odun örneklerinde meydana gelen teğet yöndeki genişleme değerleri gözükmemektedir.



Şekil 10: Kavak odununa ait Teğetsel Genişleme.

Kavak odunu örneklerinde ilk iki saatlik teğetsel genişleme oranlarına bakıldığında kontrol odununa kıyasla en fazla teğetsel genişleme miktarı sadece tall yağı ile emprenye varyasyonlarında gerçekleşmiştir. Isıl işlem sonrası boyut stabilizasyonu artış göstermiştir ve ısıl işlem ve empreye kombinasyonu örneklerinde gerçekleşen değerler kontrol örneğinin teğetsel genişleme değerlerine göre düşüş göstermiştir. 2 haftanın sonunda en düşük teğetsel genişleme değeri % 10 tall yağı konsantrasyonuyla emprenye edilmiş ardından 200 °C’de 1 saat ısıl işleme maruz bırakılmış ve % 20 tall yağı konsantrasyonuyla emprenye edilmiş ardından 200 °C’de 1 saat ısıl işleme maruz bırakılmış test örneklerinde

gözlenirken diğer varyasyonlarda kontrole nazaran düşüş olmasına rağmen birbirine yakın oranlarda teğetsel genişleme meydana gelmiştir.

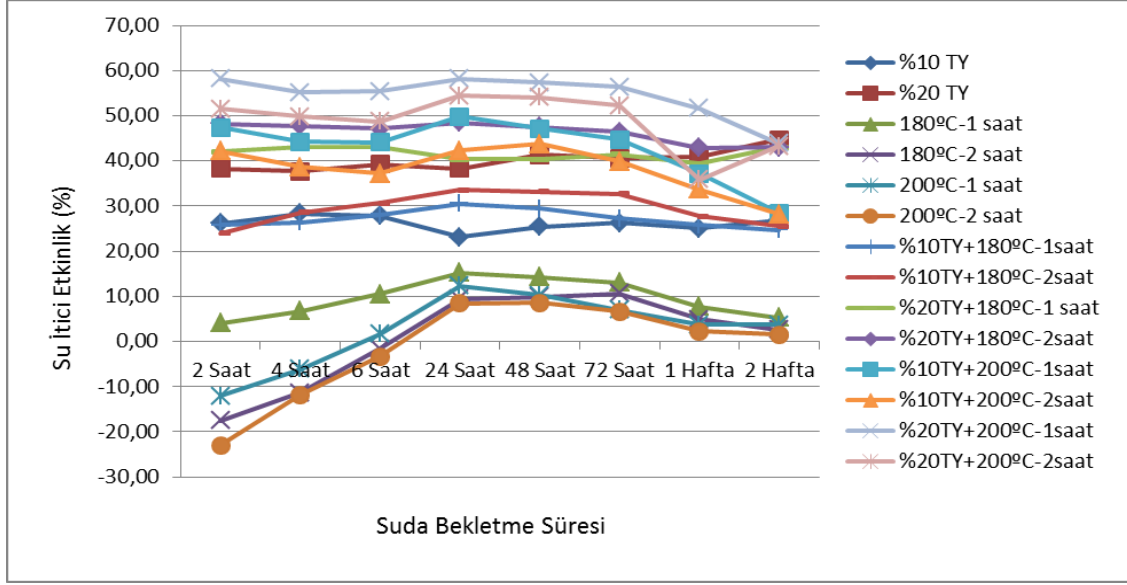


Şekil 11: Gökmar Teğetsel Genişleme.

Şekil 11'e bakıldığında gökmar odunlarında kontrol örneğine kıyasla emprenye işleminin ardından ısı işleme maruz bırakılan örneklerin teğetsel genişleme miktarları düşüş göstermiştir. En düşük teğetsel genişleme değeri ise % 20 konsantrasyonuyla emprenye edilmiş ve ardından 200 °C 2 saat boyunca ısı işleme maruz bırakılmış test örneklerinde olduğu gözlemlenmiştir. Emprenye ısı işleme kombinasyonu ile hücre çeperlerine suyun girişi engellenerek, odunun boyutlarını değiştirmesi azaltılmıştır.

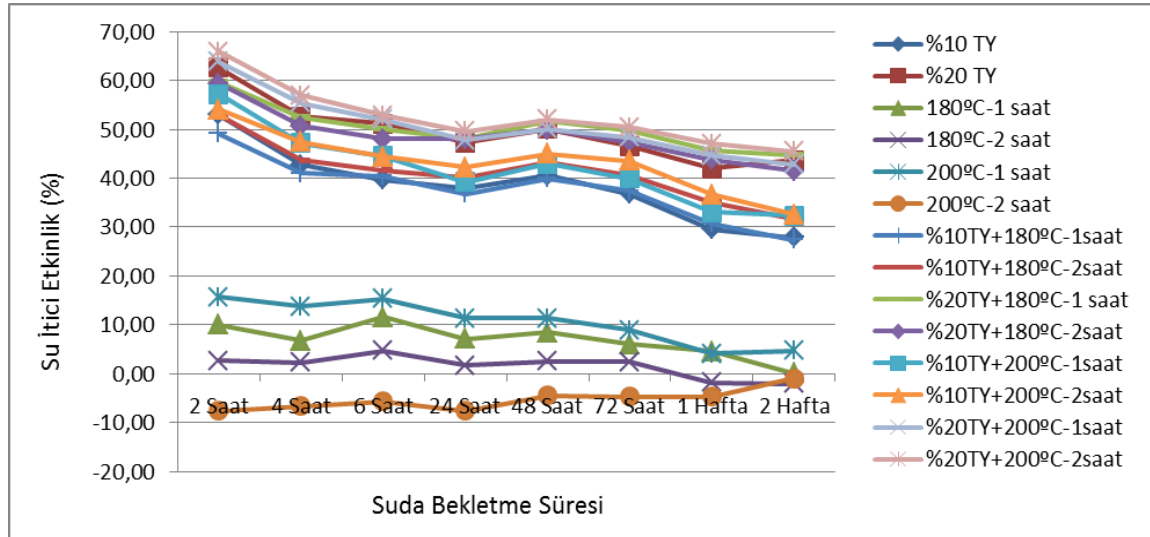
#### 4.1.1.3 Su İtici Etkinlik

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile emprenye edilmiş ardından farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısı işleme maruz bırakılmış kavak ve gökmar odunu test örnekleri ile bu varyasyonlara ait kontrol grupları örneklerinin farklı suda bekletme sürelerine ait su itici etkinlik değerleri sırasıyla Şekil 12 ve 13'de gösterilmiştir.



Şekil 12: Kavak Odununa ait su İtici Etkinlik Değerleri.

Kavak odununa ait su itici etkinlik grafiğine bakıldığında sadece ısıl işlem varyasyonlarında odunun su alımı diğer varyasyonlara nazaran daha düşük su itici etkinlik göstermiştir. Emprenye işlemi ardından ısıl işlem uygulanan örneklerde SİE değerleri üzerinde önemli bir değişiklik yaratmamış, hemen hemen tüm konsantrasyonlar birbirine benzer sonuçlar vermiştir. . Bu sonuçlar, tall yağı ön emprenye işleminin kavak odun örneklerinde su itici etkinliği artırdığını göstermektedir.



Şekil 13: Gökmar odununa ait Su İtici Etkinlik.

Gökmar odunun su itici etkinlik değerleri kavak odununa paralel sonuçlar göstermiştir. Su itici etkinlik belirli sürelerde artmış daha sonra düşüş göstermiştir. Bunun sebebi olarak tall

yağının oduna kimyasal olarak bağ yapamamasından ve fiziksel olarak odun hücre boşluklarını doldurmasından kaynaklanmaktadır. Tall yağının lümen boşluklarını doldurması ile odundaki su itici etkinlik değerleri tall yağı kullanılan varyasyonlarda artış göstermiştir.

Yağların SİE özelliği odundaki yağ konsantrasyonları ile paralellik göstermektedir. Hücre boşluklarını doldurarak su alımını azaltan yağ muamelesinde konsantrasyon artışıyla daha iyi SİE sağlanmaktadır. Benzer sonuçlar yapılan literatür çalışmalarında ortaya konmuştur. Yağ ile emprenye işlemlerinde %74-86 oranında SİE sağlanmıştır (Dizman, 2012; Sivrikaya vd., 2016).

Sivrikaya vd., (2016) yaptıkları çalışmada kayın odununun %10 konsantrasyonda tall yağı ile emprenyesinde %30, %10 tall yağı+ 212 C'de yapılan ısı işleminde %50 civarında SİE sağlanmıştır.

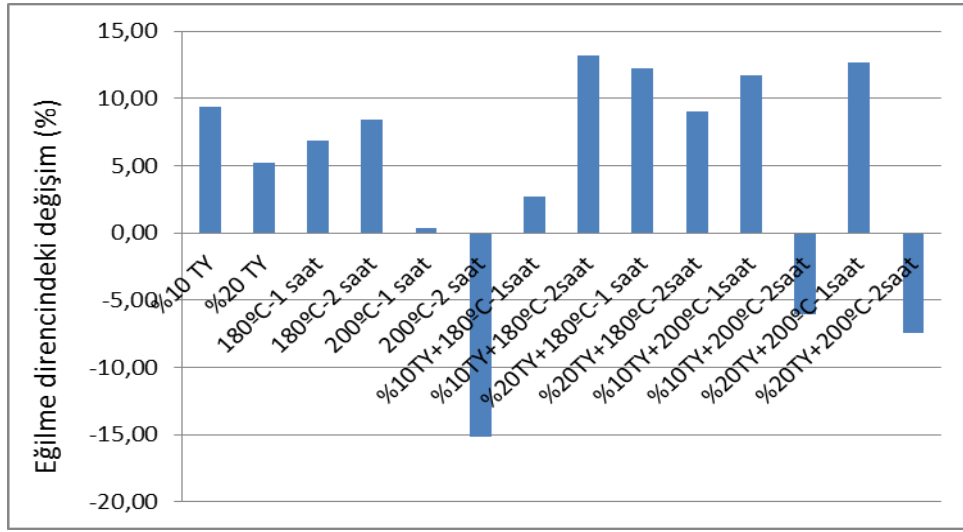
## **4.2 Mekanik Özellikler**

### **4.2.1 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü**

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile emprenye edilmiş ardından farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısı işleme maruz bırakılmış kavak ve göknar odunu test örnekleri ile bu varyasyonlara ait kontrol grupları örneklerinin eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri, her bir ağaç türü için ayrı ayrı olarak kontrol grupları ile karşılaştırmalı olarak grafikler halinde sunulmuştur.

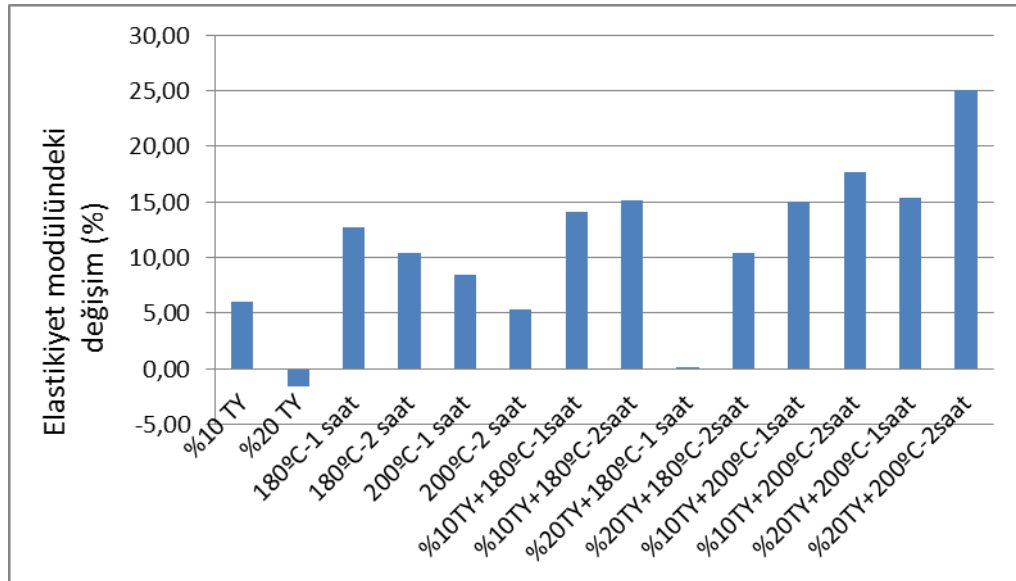
Şekil 14'te kavak odun örneklerine ait eğilme direnci yüzdelerine bakıldığında kontrol örneğine kıyasla en yüksek eğilme direncine sahip % 10 TY +180 °C 2 saat, % 20 TY+200°C 1 saat, % 20 TY+180 °C 1 saat emprenye ve ısı işlem kombinasyonu varyasyonları sırasıyla %13, % 13, % 12 artış göstermiştir. Kontrol örneğine kıyasla en düşük eğilme direncine sahip varyasyonlar ise 200 °C 2 saat ısı işlem uygulanmış örnekler ve % 20 TY+200 °C 2 saatlik emprenye ve ısı işlemleri örnek grupları olmuştur. Diğer varyasyonlarda eğilme direncinin kontrol örneğine nazaran az da olsa arttığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre tall yağı emprenyesi tek başına kavak örneklerinde eğilme direnci

değerini düşürmemiştir. Fakat, tall yağı ile birlikte 200 °C de 2 saat süreli ısıtım işlem uygulandığında eğilme direnci değerleri azalmıştır.



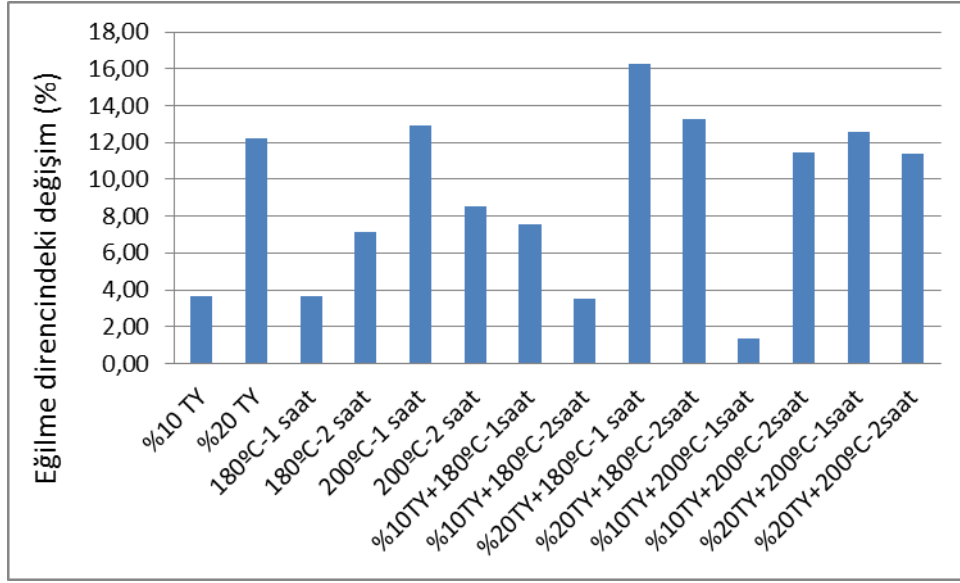
Şekil 14: Kavak örneklerine ait Eğilme Direnci değişim değerleri.

Sadece yağ ile empenye edilen örneklerde konsantrasyon artışına paralel olarak eğilme direnci değerleri artış göstermiştir. Yağlı örneklere ısıtım uygulamasıyla eğilme direnci değerlerindeki artışlar daha fazla olmuştur. Tomak, (2012) tarafından yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Yağ empenyesiyle eğilme direnci değerlerinde hafif artışlar bulmuştur.



Şekil 15: Kavak örneklerine ait Elastikiyet Modülü değişim değerleri.

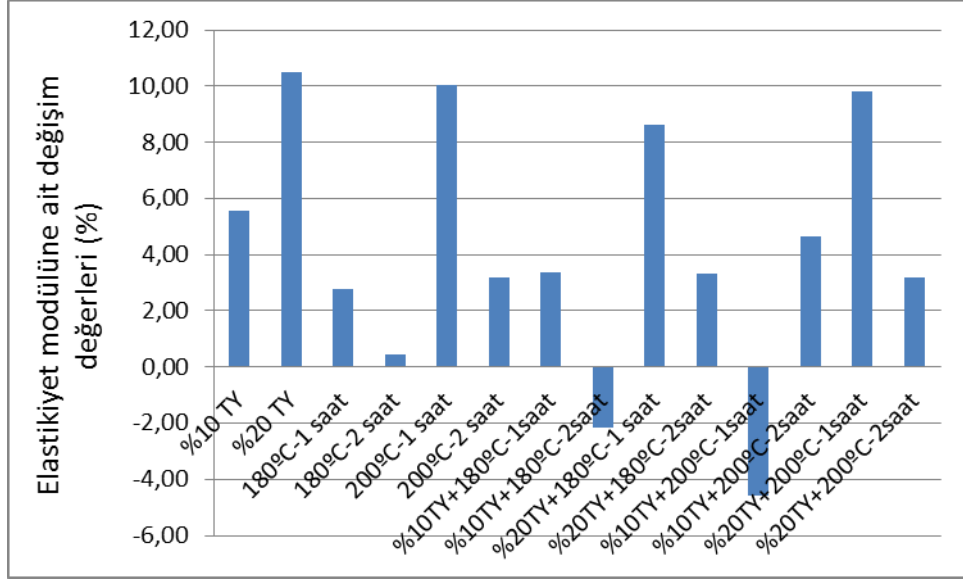
Kavak örneklerine ait elastikiyet modülü yüzde değişim oranlarına bakıldığında kontrol örneğine kıyasla en yüksek elastikiyet modülü değerine sahip olan varyasyonun % 25'lik bir artışla % 20 tall yağı ile emprenye edilmiş ve 200 °C 2 saat ısıl işlem uygulanmış odun örneklerinde olduğu görülmektedir. En düşük elastikiyet modülü değeri ise % 20 tall yağı emprenyeli odun örneklerinde olduğu görülmektedir. %20 TY varyasyonu hariç tüm gruplarda elastikiyet modülü artış göstermiştir.



Şekil 16: Gökmar örneklerine ait Eğilme Direnci değişim değerleri.

Şekil 16'ya bakıldığında eğilme direncindeki kontrol örneği gruplarına kıyasla en yüksek yüzdelerik değişim % 20 TY+180 °C 1 saat ve % 20 TY+ 180 °C 2 saat emprenye ve ısıl işlem kombinasyonunda olmuştur. Bu varyasyonlar sırasıyla kontrol örneğine göre % 16 ve % 13 oranında eğilme direncinde değişim göstermiştir. Diğer varyasyonlara genel olarak bakıldığında kontrol örneğine kıyasla bütün gruplarda artış görülmektedir. Bu değerler emprenye ve ısıl işlem kombinasyonunun eğilme direncini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

Sadece yağ ile emprenye edilen örneklerde konsantrasyon artışına paralel olarak eğilme direnci değerleri artış göstermiştir. Gökmar odununun % 20 TY emprenyesinde % 12 'lik bir artış olmuştur. Yağlı örneklere ısıl işlem uygulamasıyla eğilme direnci değerlerindeki artışlar daha fazla olmuştur.

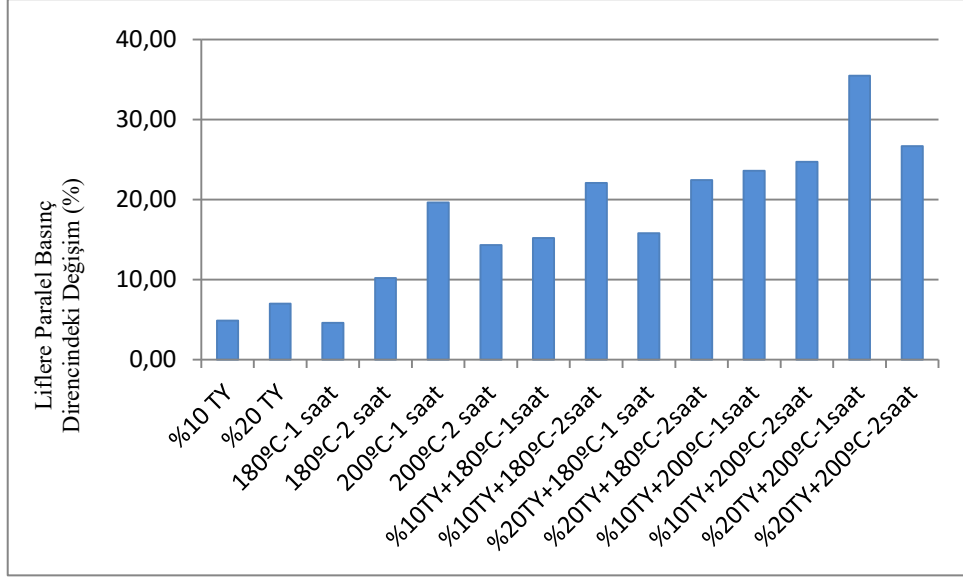


Şekil 17: Gökner örneklerine ait Elastikiyet Modülü değişim değerleri.

Şekil 17'ye bakıldığında kontrol örneğine kıyasla oluşturulan yüzdelerdeki değişimlerde en yüksek elastikiyet modülüne sahip varyasyonlar % 20 TY empenye, 200 °C 1 saat ısıtma işlemi, % 20 TY+ 180 °C 1 saat ve % 20 TY+ 200 °C 1 saat empenye ve ısıtma işlemi kombinasyonlarında sırasıyla % 10, % 10, % 9 ve % 10 artış göstermiştir. En düşük elastikiyet modülü değerini ise % 10 TY+200 °C 1 saat işlem grubu göstermiştir. . Bu sonuçlardan anlaşılmaktadır ki, tall yağı empenyesi göknar örnekleri üzerinde elastikiyet modülünü artırıcı bir etki göstermiştir. Isıtma işlemi görmüş örneklerde ise 2 saat süreli ısıtma işlemi 1 saate göre elastikiyet modülünü düşürmüştür.

#### 4.2.2 Basınç Direnci

% 10 ve % 20 konsantrasyonlarında tall yağı ile empenye edilmiş ardından farklı sıcaklık ve farklı sürelerde ısıtma işlemine maruz bırakılmış kavak ve göknar odunu test örnekleri ile bu varyasyonlara ait kontrol grupları örneklerinin basınç direnci değerleri, her bir ağaç türü için ayrı ayrı olarak kontrol grupları ile karşılaştırmalı olarak grafikler halinde sunulmuştur.

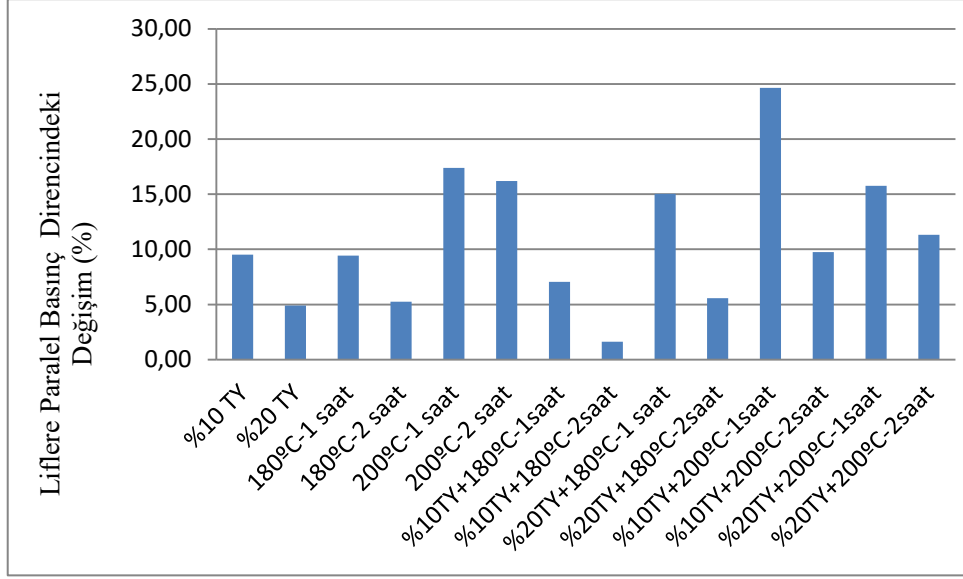


Şekil 18: Kavak odunu Liflere Paralel Basınç Direnci.

Kavak odun örneği basınç direnci testi sonuçlarına göre % 20 TY + 200 °C 1 saat emprenye ve ısıl işlemlili kombinasyonu oluşturulan örneklerde kontrol örneği basınç direncine kıyasla % 35’lik bir artış görülmektedir. Bunun devamında % 20 TY + 200°C 2 saat, % 10 TY + 200 °C 2 saat, % 10 TY + 200 °C 1 saat emprenye ve ısıl işlem kombinasyonu örnekleri sırasıyla % 27, % 25, % 24’lük bir artış göstermiştir. Emprenye ve ısıl işlem kombinasyonu değerleri arttıkça basınç direncinde de bir artış olmuştur. Buda emprenye ve ısıl işlem kombinasyonunun kavak odun örneğinde mekanik olarak olumlu etki yaptığını göstermektedir.

Literatüre bakıldığında Çıtak, 2012 ‘de yaptığı çalışmada borik asit emprenyesi ve ısıl işlem kombinasyonunun sadece emprenye ve sadece ısıl işlem kombinasyonlarından yüksek değerde basınç direnci gösterdiğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak emprenye ısıl işlem kombinasyonunun basınç direncine olumlu etki yaptığını görülmektedir (Çıtak, 2012).





Şekil 19: Gök nar odunu Liflere Paralel Basınç Direnci.

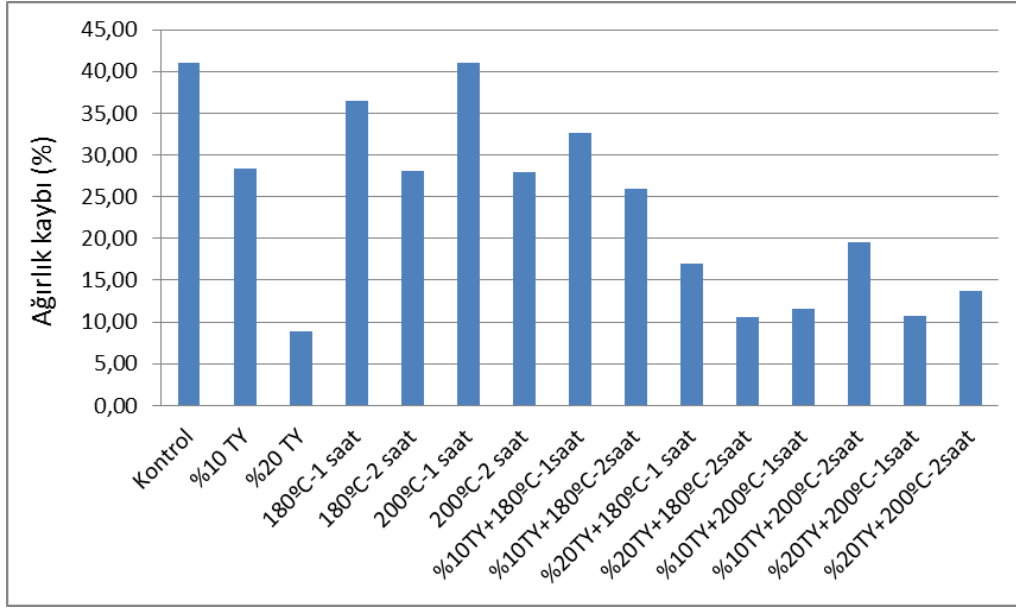
Kontrol örneğine kıyasla oluşturulan gök nar odunu liflere paralel basınç direnci yüzdelerik değişimleri şeklinde en yüksek basınç direncine sahip varyasyon % 25’lik bir artışla % 10 TY+ 200 °C 1 saat emprenye ve ısıl işlem grubudur. Buna paralel olarak diğer varyasyonlarda da kontrol örneğine göre artış olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre, gök nar örneklerinde ısıl işlem sıcaklığının artması liflere paralel basınç değerini artırmıştır. Ayrıca, sadece tall yağı emprenyesi ve tall yağı + ısıl işlem uygulamaları göstermiştir ki; ısıl işlem süresinin artmasıyla liflere paralel basınç direnci değerleri azalmıştır.

### 4.3 Biyolojik Özellikler

#### 4.3.1 Mantar Çürüklük Testi

Şekil 20’ye genel olarak bakıldığında kontrol örneğinin ağırlık kaybı değeri % 41,08’dir. Buna yakın ağırlık kaybı değerleri sadece ısıl işlem grubunda görülmüştür. Tall yağı oranı % 10 dan % 20 ye çıkarıldığında, kavak odun örneklerinde mantar çürüklük testi sonucu ağırlık kaybı önemli oranda azalmıştır. Bu sonuç, tall yağı oranı artışıyla birlikte odunda çürüklük direncinin de arttığını göstermektedir. Emprenye ve ısıl işlem kombinasyonu gruplarında ise kayda değer bir mantar direnci görülmektedir. Kombinasyon ile mantar gelişmesi önlenmiş ve ağırlık kaybı değerleri en aza indirilmiştir.

Bu çalışmada, tall yağı ile emprenye edildikten sonra ısıl işleme tabi tutulmuş Melez Kavak (*Populus euroamericana*) ve Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana*) odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimin belirlenmesi amaçlanmıştır. Göknaar odunu tall yağı ile emprenye edilerek (çözelti konsantrasyonu :%10-20 çözelti) iki farklı sıcaklıkta (180-200 °C ) ve iki farklı sürede (1-2 saat) ısıl işleme tabi tutulmuştur. Tüm sıcaklıklar ve emprenye maddeleri oluşturulan kontrol örnekleriyle kıyaslanmıştır.



Şekil 20: Kavak odununa ait Mantar Çürüklük Testi sonuçları.

Bu tezden elde edilen bulgulara göre; tall yağı emprenyesi ve ısıl işlem kombinasyonu boyutsal stabiliteyi arttırdığı için rutubete bağlı olarak çalışmanın istenmediği yerlerde tavsiye edilebilir. Tall yağı ile emprenye işlemi teğetsel genişlemeyi azaltmıştır. Tall yağının lümen boşluklarını doldurması ile odundaki su itici etkinlik değerleri tall yağı kullanılan varyasyonlarda artış göstermiştir.

Eğilme direncinde en iyi değerler tall yağı ile emprenye ve ısıl işlem kombinasyonu sonucunda olduğu tespit edilmiştir. Emprenye ve ısıl işlem kombinasyonu varyasyonlarında eğilme direncinin kontrol örneğine nazaran az da olsa arttığı görülmüştür. Bu sonuçlara göre tall yağı emprenyesi tek başına kavak örneklerinde eğilme direnci değerini düşürmemiştir. Fakat, tall yağı ile birlikte 200 °C de 2 saat süreli ısıl işlem uygulandığında eğilme direnci değerleri azalmıştır. Farklı ağaç türünde farklı sonuçlar elde edildiği için varyasyonlar değiştirilerek çalışmalar yapılabilir.

Çalışmada kâğıt endüstrisinden yan ürün olarak elde edilen tall yağı kullanılmıştır. Daha kapsamlı bir araştırma için farklı bitkisel yağlar ve farklı yağ konsantrasyonları denenmesi tavsiye edilmektedir.

Emprenye edilmiş kereste, plastikler, metaller ve beton gibi doğal döngüye karışımları güç olan materyallerin kullanımını azaltmak bakımından ısıl işlem uygulanmış sürdürülebilir materyallerin kullanımı teşvik edilmelidir. Bunun için yeni yasalar hazırlanmalı ve tüketici baskısı arttırılmalıdır. Bunun yanında doğal dayanıklılığı düşük ağaçların ısıl işlemi ile kullanım süreleri arttırılabilir. Böylece ısıl işlem uygulanması ile ticari değeri düşük odun türlerine yeni kullanım alanları kazandırılabilir.

## KAYNAKLAR

- Acar, O, Sarıbaş, M. ve Ercan, M. (1982). *Populus euroamericana* cv. I-214 Odununda Zamana Bağlı Olarak Yoğunluk Değişimi Üzerine Araştırmalar. *Kavak Ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Dergisi*. 18, 35-44.
- ASTM D-1413 -76. (1976). Standard Method of Testing Wood Preservative By Laboratory Soil Block Cultures, Annual Book of ASTM Standard, 452-460.
- Aydemir, D. (2007).Göknar (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve gürgen (*Carpinus betulus* L.) odunlarının bazı fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerine ısı işleminin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 175 s.
- Boonstra M.J. (2008). A Two-Stage Thermal Modification of Wood. Ph.D. Dissertation in Cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare - Nancy 1, 297 p. ISBN 978-90-5989-210-1.
- Bozkurt, Y. A. (1992). *Odun Anatomisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi. Yay. 3652. İstanbul. 415 s.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N. (1989). *Ticarette Önemli Yabancı Ağaçlar*, Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Yayın No: 4.
- Can, A. (2011). Endüstriyel ölçekli ısı işleme ve borlu bileşiklerle emprenyenin odunun bazı fiziksel, mekanik ve biyolojik özelliklerine etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı. Trabzon, 127 s.
- Can, A. ve Sivrikaya, H. (2016). Dimensional stabilization of wood treated with tall oil dissolved in different solvents. *Maderas. Ciencia y tecnología* 18(2): 317 – 324.
- Çalıova, Z. (2011). Kızılağaç ve doğu ladini odunlarının bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine ısı işleminin etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük, 92 s.
- Çıtak, O. (2012). Boraks ve borik asit ile emprenye edilmiş ve ısı işleme tabi tutulmuş kayın odununun bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük, 85 s.
- Delibaş, A. (2003). Tall oilin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Kayseri, 88 s.
- Demirel Köse, G. ve Temiz, A. (2015), Ahşap korumada çevre dostu modifikasyon yöntemleri, Conference: *III. Ulusal Mobilya Kongresi*. Konya, Türkiye. 1016-1032.

- Dizman, E. (2005). Kimyasal Modifikasyonun Kızılağaç ve Ladin Yonga levhalarında Fiziksel, Mekanik ve Biyolojik Özelliklere Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 186 s.
- Dönmez, A. (2005). Bazı borlu bileşiklerle muamele edilmiş melez kavak (*Populus euroamericana cv.*) yongaları ve Kraft lignin fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların (OSB) teknolojik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.118 s.
- Drew, J. ve Propst, M. (1981). *Tall Oil*. Pulp Chemicals Association' Pulp Chemicals Association, New York. 65-70.
- Enjily, V. ve Jones, D. (2006). The Potential for Modified Materials in the Panel Products Industry, *Wood Resources and Panel Properties Conference*, Cost Action Valencia, Spain. E44/E49.
- Faison, B.D. ve Kirk, T.K. (1983). Relationship Between Lignin Degradation and Production of Reduced Oxygen Species by Phanerochaete Chrysosporium. *Applied and Environmental Microbiology*, 46, 5, 1140–1145.
- Gündüz, G. ve Aydemir, A. (2009). Ahşabın fiziksel, kimyasal, mekaniksel ve biyolojik özellikleri üzerine ısıyla muamelenin etkisi, *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 11, Sayı: 15, 71-81.
- Hill, C.A.S. (2006). *Wood Modification Chemical Thermal and Other Processes*, John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 0-470-02172-1, England, 260.
- Homan, W.J., Jorissen A.J.M. (2004). Wood Modification Developments, *Heron*, Vol. 49, No. 4, s.360-363.
- İşleyen, O. (2012). Isıl işlem görmüş ağaç malzemenin bazı teknolojik özelliklerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta. 64 s.
- Kaçamer, S. (2010). İmersol Aqua ve Tanalith-E İle Emprenye Edilmiş Isıl İşlemlili Ağaç Malzemelerin Yapışma Ve Yanma Dirençlerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, 56 s.
- Karabulut, A. (2010). Türkiye Orman Ürünleri Sanayisinde İspm 15 Standardına Göre Isıl İşlem Uygulayan İşletmeler Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 69 s.
- Keskin, A. (2005). “Tall Yağı Esaslı Biyodizel ve Yakıt Katkı Maddesi Üretimi ve Bunların Dizel Motor Performansı Üzerindeki Etkileri. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 166 s.
- Koski, A. (2008). Applicability of Crude Tall Oil for Wood Protection. PhD Thesis, University of Oulu.

- Köse, G. (2012). Isıl işlem sırasında açığa çıkan katranın odun koruma maddesi olarak kullanılabilirliği, Yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 109 s.
- Kurtoğlu, A. (1988). *Kimyasal Odun Koruma Maddelerinin Çevre Sağlığına Etkileri*. Ahsap Malzemelerin Korunması, MPM Yayınları: 338, Ankara, 196-214.
- Leena Paaajanen, Anne-Christine Ritschkoff, Effect of crude tall oil, linseed oil and rapeseed oil on the growth of decay fungi, 12 - 17th May, 2002, VTT Building and Transport, *Wood and composite materials PO Box 1806*, 02044 VTT, Finland.
- Mayes, D. ve Oksanen, O. (2002). ThermoWood Handbook, Finnforest, Finland.
- Merev, N. (1984). *Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi. Trabzon, Yay.3652.
- Messeri, A. (1954). Dimensions and Structures of Fibres in Tension Wood From a Sample of P. Euroamericana Clone 214, *Cellula e Carta*, 5, 8-10.
- Özen, R. Ve Sönmez A. (1996). Türkiye dış hava şartlarının verniklerin katman sertliğine etkileri, G.Ü teknik eğitim fakültesi Mobilya ve dekorasyon. Eğitim Bölümü, Ankara.
- Özkan, O. E. (2013). Isıl işlemle muamele edilmiş göknar odununun biyolojik, mekanik, fiziksel ve dış ortam dayanımı özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü , Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, 95 s.
- Pekka Vähöja, Petteri Piltonen, Anna Hyvönen, Jouko Niinimäki, Jorma Jalonen and Toivo Kuokkanen, Biodegradability Studies Of Certain wood Preservatives In Groundwater As Determined By The Respirometric Bod Oxitop Method. *Water, Air, And Soil Pollution*, July 2005, Volume 165, Issue 1, Pp 313–324.
- Perçin, O. ve Ayan, S. (2012). Isıl İşlem Uygulanmış Ağaç Malzemede Vida Çekme Direncinin Belirlenmesi. *İleri Teknoloji Bilimleri Dergisi*, Cilt 1, No 1, 57-68.
- Sachsse, H. ve Mohrdiek, O. (1980). Vergleichende Untersuchung Technologisch Wichtiger Holzeigenschaften der Schwarzpappelhybriden ‘Tannenhoeft’, ‘I 45/51’ und ‘Htarf’, *Holz als Roh-und Werkstoff*, 38, 285-296.
- Sefil, Y. (2010). Thermowood Yöntemiyle Isıl İşlem Uygulanmış Göknar Ve Kayın Odunlarının Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, 93 s.
- Sertmehmetoğlu, Z., Acar, O. ve Birler, A.S. (1967). Bir Endüstri Ağacı Olarak I-214 İşaretli Melez Kavak Odununun Mekanik Dirençleri Konusunda Araştırmalar, *Tübitak 1.Bilim Kongresi*, Ankara, Bildiriler Kitabı, 132-166.

- Sivrikaya, H., Can, A., Gökmen, K. ve Taşdelen, M. (2016). Effect of tall oil pretreatment on physical and mechanical properties of heat treated fir and beech. *27th International conference on wood science and technology*. 205-214.
- Sundqvist, B. (2004). Colour Changes and Acid Formation in Wood During Heating. Doctoral Thesis, Lulea University of Technology, Skelleftea Campus, Division of Wood Material Science, ISSN 1402-1544, Skelleftea-Sweden.
- Tjeerdsma, FB. (2006). Heat Treatment of Wood: Thermal Modification, University of Limerick, Coford Seminar on Wood Modification: Opportunitites and Challenges, Dublin- Ireland.
- Tomak, E.D. ve Yıldız, Ü.C. (2010). Odunun Kimyasal Modifikasyonu, *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Mayıs, Artvin, Bildiriler Kitabı IV: 1681-1690.
- T.S.E. 2474 (1976). Odunun statik eğilmede dayanımının tayini. TSE. Ankara.
- T.S.E. 2595 (1977). Odunun liflere Paralel doğrultuda basınç dayanımı tayini. TSE, Ankara.
- T.S.E. 113 (1996). Ahşap koruyucular-agar ortamında odunu tahrip eden basidiomisetlere karşı zehirlilik değerlerinin tayini. TSE. Ankara.
- URL1, 2016 Uludağ göknarı, Morfolojik özellikleri, Ekolojik istekleri [https://tr.wikipedia.org/wiki/Uluda%C4%9F\\_g%C3%B6knar%C4%B1](https://tr.wikipedia.org/wiki/Uluda%C4%9F_g%C3%B6knar%C4%B1) (17.06.2016).
- URL-2, 2016 Ahşabın Dış Ortam Koşullarına Karşı Korunması ve Performansının Belirlenmesi <http://depo.btu.edu.tr/dosyalar/sanayi/Dosyalar/%C3%87%C3%B6p/EYLEMHOCA.pdf> 20.08.2016 .
- Viitanen, H., Jämsä, S., Paajanen, L., Nurmi, A. ve Viitaniemi, P. (1994). The Effect of Heat Treatment on the Properties of Spruce, A preliminary report, International Research Group on Wood Preservation, Doc. No. IRG/WP 94-40032.
- Wikberg, H. (2004). Advanced Solid State NMR Spectroscopic Techniques in the Study of Thermally Modified Wood, Academic Dissertation, University of Helsinki, Department of Chemistry, Laboratory of Polymer Chemistry, Helsinki, Finland.
- Yıldız, Ü.C. (1994). Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç türlerinden Hazırlanan Odun-Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 295 s.

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Kadriye GÖKMEN  
Doğum Yeri ve Tarihi : Zonguldak/31.03.1992

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi-Orman Endüstri Mühendisliği  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi-Fen Bilimleri Enstitüsü  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce-Başlangıç seviyesi  
Bilimsel Faaliyet/Yayımlar : Sivrikaya, H. Ekinci, E. Can, A. Tasdelen, M. Gokmen,K. Effect Of Heat Treatment On The Weathering And Hardness Properties Of Some Wood Species. 11th Meeting of the Northern European Network for Wood Science and Engineering (WSE). September 14-15, Poznan, Poland, Page 83-91, 2015.

Sivrikaya, Hüseyin; Can, Ahmet; Gökmen, Kadriye; Tasdelen, Mehmet. 2016. Effect of tall oil on physical and mechanical properties of heat treated fir and beech. II. International Conference on wood science and technology, 13-14 October 2016, Zagreb, Croatia.

### İş Deneyimi

Stajlar : Çanakçılar Şirketler Grubu, Doxa Office  
Furniture/Zonguldak(2012).  
Devrek Orman İşletme Müdürlüğü  
Devrek /Zonguldak(2013).

Projeler ve Kurs Belgeleri :

### İletişim

E-Posta Adresi : Kadriye.gkmn@gmail.com

Tarih : 06/01/2017