

**AĞAÇ MALZEME TÜRÜ, SICAKLIK FARKI VE
YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜNÜN YAPIŞMA DİRENCİNE
ETKİLERİ**

**2011
YÜKSEK LİSANS TEZİ
MOBİLYA VE DEKORASYON EĞİTİMİ**

Süleyman ÖZCAN

**AĞAÇ MALZEME TÜRÜ, SICAKLIK FARKI VE YÜZEY
PÜRÜZLÜĞÜNÜN YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİLERİ**

Süleyman ÖZCAN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Ocak 2011

Süleyman ÖZCAN tarafından hazırlanan “AĞAÇ MALZEME TÜRÜ, SICAKLIK FARKI VE YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜNÜN YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİLERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ

Tez Danışmanı, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 27/01/2011

Unvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN (KBÜ)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Metin KAYA (KBÜ)

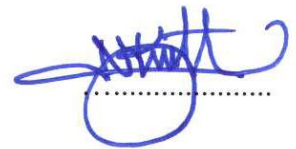


.../.../2011

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

Doç. Dr. Nizamettin KAHRAMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



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

Süleyman ÖZCAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

AĞAÇ MALZEME TÜRÜ, SICAKLIK FARKI VE YÜZEY PÜRÜZLÜĞÜNÜN YAPIŞMA DİRENCİNE ETKİLERİ

Süleyman ÖZCAN

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFCİ

Ocak 2011, 72 sayfa

Bu çalışmada ağaç malzeme türü, sıcaklık farkı ve yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla Sariçam, Doğu kayını, sapsız meşe ve Uludağ göknar'ı örnekleri 2 yön (radyal, teğet), 2 sevk hızı (8-16 m/dk), 3 sıcaklık (120-150-180°C), 2 süre (2-6saat) ve 2 tutkal (PVAc-MÜF) olmak üzere 16 farklı kombinasyonda örnekler hazırlanmıştır. Yüzey pürüzlülüğü, Mitutoyo SJ301 ölçüm cihazında belirlenmiş, örnekler farklı sürelerde değişik sıcaklıklar uygulanması sonrasında yüzey pürüzlülük değerlerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Daha sonra TS EN 205 esaslarına göre yapışma direnci örnekleri hazırlanarak; malzeme türü, sıcaklık ve yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncine etkileri belirlenmiştir.

Sonuç olarak, yüzey pürüzlülük değerleri en düşük teğet yönde 8 m/dk sevk hızında rendelenmiş, 180°C de 6 saat sıcaklığa tabii tutulmuş Uludağ göknar'ında (3,13 µm),

en yüksek radyal yönde 16 m/dk sevk hızında rendelenmiş Sapsız meşe’de (8,31 μm) elde edilmiştir.

Yapışma direnci, en yüksek teğet yönde 8 m/dk sevk hızında PVAc tutkalıyla yapıştırılmış Sapsız meşe odununda (18,186 N/mm²), en düşük radyal yönde, 16 m/dk sevk hızında işlenmiş ve MÜF tutkalıyla yapıştırılmış Uludağ Gökna’ı odununda (7,092 N/mm²) elde edilmiştir.

Sıcaklık farkına göre yapışma direnci değerleri en yüksek teğet yönde, 8 m/dk sevk hızında, 120°C de 2 saat sıcaklığa tabii tutulmuş, PVAc tutkalıyla yapıştırılmış, Sapsız meşe odununda (20,06 N/mm²), en düşük radyal yönde, 16 m/dk sevk hızında işlenmiş, 180°C de sıcaklığa tabii tutulmuş ve MÜF tutkalıyla yapıştırılmış Uludağ gökna’ında (6,27 N/mm²) elde edilmiştir.

Buna göre; yapışma direncinin önemli olduğu yerlerde Sapsız meşe ve PVAc tutkalının kullanılması önerilebilir.

Anahtar Sözcükler : Ağaç türü, Sıcaklık farkı, yüzey pürüzlülüğü, yapışma direnci,
Sevk hızı

Bilim Kodu : 711.3.023

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

EFFECTS OF WOOD SPECIES, THERMAL DIFFERENCES AND SURFACE ROUGHNESS ON BONDING STRENGTH

Suleyman OZCAN

Karabuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Furniture and Decoration Education

Thesis Advisor:

Prof. Dr. Ayhan OZCIFCI

January 2011, 72 pages

In this study; the effects of wood material type, temperature difference and surface roughness on the adhesion resistance are researched. For this purpose; scotch pine, oriental beech, white oak and Uludag fir samples are prepared with 16 different combinations as 2 different directions (radial, tangential), 3 different temperatures (120-150-180°C), 2 different periods (2 and 6 hours) and 2 different glues (PVAc-MUF). Smooth roughness measurement of the samples are prepared by Mitutoyo SJ301, smooth roughness measurement differences obtained after the applying different temperatures on different periods. After this, samples are taken from these pieces on base of TS EN 205 rules and the effects of material type, temperature and surface roughness on adhesion resistance are obtained.

As a result, after comparing the non-temperature obtained sample's surface roughness incomes, minimum results obtained as (3.45 μm) on Uludag fir that is processed on tangential direction with 8 meter/minute transport speed, maximum results obtained as (8.31 μm) on oaken that is processed on radial direction with 16 meter/minute transport speed. Comparing the different temperatures obtained sample's surface roughness incomes, minimum results obtained as (3.13 μm) on Uludag fir that is processed on tangential direction with 8 meter/minute transport speed and 180°C temperature applied for 6 hours, minimum results obtained as (7.69 μm) on oaken that is processed on radial direction with 16 meter/minute transport speed and 120°C temperature applied for 2 hours,

Comparing the non-temperature obtained sample's surface roughness incomes, maximum results obtained as (18.186 N/mm^2) on oaken that is agglutinated with PVAc glue and processed on tangential direction with 8 meter/minute transport speed, minimum results obtained as (7.092 N/mm^2) on Uludağ fir that is agglutinated with MUF glue and processed on radial direction with 16 meter/minute transport speed. Comparing the different temperatures obtained sample's surface roughness incomes, maximum results obtained as (20.06 N/mm^2) on oaken that is agglutinated with PVAc glue, processed on tangential direction with 8 meter/minute transport speed and 120°C temperature applied for 2 hours, minimum results obtained as (6.27 N/mm^2) on Uludag fir that is agglutinated with MUF glue, processed on radial direction with 16 meter/minute transport speed and 180°C temperature applied for 6 hours.

Key word : Wood species, temperature difference, surface roughness, adhesion strength, transport speed

Science Code : 711.3.023

TEŐEKKÜR

Bu tez alıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren danıőman hocam Prof. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ'ye sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Deneysel alıőmalar sırasında yardımlarını esirgemeyen, değerli mesai arkadaőım Öğr. Gör. Mehmet Nuri YILDIRIM'a Karabük Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi öğretim üyelerinden hocalarım Yrd. Doç. Dr. Fatih YAPICI, Yrd. Doç. Dr. őeref KURT, Yrd. Doç. Dr. Suat ALTUN'a ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Düzce Orman Fakültesi Öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Süleyman KORKUT'a teőekkürü bir borç bilirim.

Deneylerinin yapılmasında yardımlarını esirgemeyen değerli mesai arkadaőlarımız İsmail ALTINKAYA ve Haőım BOSTANCIOĞLU'na, kullanılan tutkalın temin edilmesinde yardımlarını esirgemeyen Polisan A.ő. alıőanlarına ve sayın Atabey AVUNDUK'a teőekkür ederim.

Sevgili aileme manevi hiçbir yardımı esirgemedен yanımda oldukları için tüm kalbimle teőekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2	3
GENEL BİLGİLER	3
2.1. ISIL İŞLEM YÖNTEMİ (THERMOWOOD)	3
2.1.1. Isıl İşlem Ekipmanları	4
2.1.2. Isıl İşlem Yönteminin Sınıflandırılması ve Kullanıldığı Yerler	5
2.1.3. Isıl İşlemin Ahşap Malzemenin Özellikleri Üzerine Etkileri	7
2.1.3.1. Isıl İşlem Süresince Meydana Gelen Kimyasal Değişimler	7
2.1.3.2. Isıl İşlemden Dolayı Odunda Meydana Gelen Fiziksel Değişimler...9	
2.1.3.3. Isıl İşlemden Dolayı Odunda Meydana Gelen Mekaniksel Değişimler	10
2.2. KULLANILAN AĞAÇ MALZEMELER	11
2.2.1. Sarıçam (<i>Pinus sylvetsris</i> L)	11
2.2.2. Doğu kayını (<i>Fagus orientalis</i> L).....	11
2.2.3. Sapsız meşe (<i>Quercus petraea</i> L).....	12
2.2.4. Uludağ Göknaarı (<i>Abies bornmülleriana</i> Mattf)	12
2.3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ.....	13
2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünde Kullanılan Parametreler.....	14

2.3.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler	14
2.3.2.1. Odunun Anatomik Yapısından Kaynaklanan Pürüzlülük	14
2.3.2.2. Odunun İşlenmesinden Kaynaklanan Pürüzlülük	15
2.4. RENDELEME.....	16
2.5. YAPIŞMA TEKNİĞİ VE TUTKALLAR	17
2.5.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci.....	19
2.5.1.1. Adezyon Kuvveti	19
2.5.1.2. Kohezyon Kuvveti	19
2.5.1.3. Pratikte Yapışma	20
2.5.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler	20
2.5.3. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler	20
2.5.3.1. Odun Yapısı	21
2.5.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü	21
2.5.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi	21
2.5.3.4. Tutkal Özellikleri ile İlgili Faktörler	22
2.6. LİTERATÜR ÖZETİ.....	23
BÖLÜM 3	29
MATERYAL METOT.....	29
3.1. MATERYAL.....	29
3.1.1. Ağaç Malzeme	29
3.1.2. Tutkal.....	29
3.1.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı.....	30
3.1.4. Deney örneklerinin hazırlanması	31
3.2. METOT	32
3.2.1. Sıcaklık Uygulaması.....	32
3.2.2. Hava Kuru Özgül Kütle.....	32
3.2.3. Tam Kuru Özgül Kütle	33
3.2.4. Yüzey Pürüzlülüğü.....	33
3.2.5. Mekanik özellikler.....	34
3.2.5.1. Yapışma Direnci	34
3.2.6. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	35

BÖLÜM 4	36
BULGULAR	36
4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR.....	36
4.1.1. Özgül kütle.....	36
4.1.2. Yüzey Pürüzlülüğü	38
4.2. YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ	45
4.2.1. Faktörlere Göre Yapışma Direnci Değerleri.....	49
4.2.1.1. Ağaç Türü	49
4.2.1.2. Kesme Yönü	50
4.2.1.3. Sevk Hızı	51
4.2.1.4. Sıcaklık Farkı.....	51
4.2.1.5. Tutkal Türü	52
4.2.1.6. Zaman Farkı.....	53
4.2.2. Yapışma Direncine Etki Eden Faktörlerin Etkileşimleri.....	54
4.2.2.1. İkili Etkileşimler	54
BÖLÜM 5	62
DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	62
BÖLÜM 6	66
SONUÇLAR	66
KAYNAKLAR.....	67
ÖZGEÇMİŞ	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 2.1. Isıl işlem diyagramı.....	3
Şekil 2.2. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm uzunluğu ve grafik çıktısı örneği	14
Şekil 2.3. Doğu kayını odununda değişik işleme tekniklerinde oluşan yüzeyler.....	16
Şekil 2.4. Rendelenmiş masif yüzey.....	17
Şekil 2.5. Rendeleme bıçağının kesme anında yaptığı açılar.....	17
Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı	30
Şekil 3.2. TS EN 205 standardında belirlenen esaslara göre hazırlanmış deney örneği.....	34
Şekil 3.3. Üniuersal test cihazında yapışma direnci deneyi.....	35
Şekil 4.1. Özgül kütlelere ait grafik.....	37
Şekil 4.2. Ağaç türlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri.....	41
Şekil 4.3. Ağaç türlerine ait ısıl işlem öncesi ve sonrası ortalama pürüzlülük değerleri	42
Şekil 4.4. Kesme yönlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri.....	43
Şekil 4.5. Kesme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri.....	43
Şekil 4.6. Kesme yönlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri.....	44
Şekil 4.7. Kesme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri.....	45
Şekil 4.8. Ağaç türlerine ait ortalama yapışma değerleri.....	49
Şekil 4.9. Kesme yönlerine göre ortalama yapışma değerleri.....	50
Şekil 4.10. Sevk hızlarına ait ortalama yapışma direnci değerleri	51
Şekil 4.11. Sıcaklık farkına ait ortalama yapışma direnci değerleri.....	52
Şekil 4.12. Tutkal türüne ait ortalama yapışma direnci değerleri	53
Şekil 4.13. Zaman farkına ait ortalama yapışma direnci değerleri.....	54
Şekil 4.14. Ağaç türü-Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.	55
Şekil 4.15. Ağaç türü- kesme yönü farkına ilişkin sonuçlar.	56
Şekil 4.16. Ağaç türü- Tutkal farkına ilişkin sonuçlar.....	56
Şekil 4.17. Ağaç türü- Sevk hızı farkına ilişkin sonuçlar.	57
Şekil 4.18. Sevk hızı – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.	58
Şekil 4.19. Kesme yönü – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.....	59

Şekil 4.20. Sevk hızı – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.....	60
Şekil 4.21. Tutkal türü – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar	60

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Thermo-S ve Thermo-D kullanım alanları	6
Çizelge 2.2. Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	11
Çizelge 2.3. Doğu Kayını odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	12
Çizelge 2.4. Sapsız Meşe odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri.....	12
Çizelge 2.5. Uludağ Göknarı odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	13
Çizelge 2.6. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması	18
Çizelge 3.1. Otomatik – manuel kalınlık makinesi özellikleri	32
Çizelge 4.1. Özgül kütlelere ilişkin istatistiksel ortalamalar.....	36
Çizelge 4.2. Özgül kütlelere ilişkin çoklu varyans analizi.....	37
Çizelge 4.3. Özgül kütlelere ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	37
Çizelge 4.4. Yüzey pürüzlülüklerine ilişkin istatistiksel ortalamalar	38
Çizelge 4.5. Pürüzlülüklere ilişkin çoklu varyans analizi.....	39
Çizelge 4.6. Pürüzlülüklere ilişkin Duncan testi sonuçları	40
Çizelge 4.7. Isıl işlem öncesi ve sonrası ortalama pürüzlülük değerleri	41
Çizelge 4.8. Sıcaklık farkına göre ortalama pürüzlülük değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	42
Çizelge 4.9. Kesitlere ilişkin ortalama pürüzlülük değerleri.....	42
Çizelge 4.10. Sevk hızına göre ortalama pürüzlülük değerleri	43
Çizelge 4.11. Ağaç türü ve kesme yönüne ilişkin ikili karşılaştırma değerleri.....	44
Çizelge 4.12. Ağaç türü ve sevk hızına ilişkin ikili karşılaştırma değerleri	44
Çizelge 4.13. Yapışma değerlerine ilişkin istatistiksel ortalamalar	46
Çizelge 4.14. Yapışma değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi.....	47
Çizelge 4.15. Ağaç türüne göre yapışma değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	49
Çizelge 4.16. Kesitlere ilişkin ortalama yapışma değerleri	50
Çizelge 4.17. Sevk hızına ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri.....	51
Çizelge 4.18. Sıcaklık farkına göre yapışma direnci değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	52
Çizelge 4.19. Tutkal çeşidi ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri.....	53

Çizelge 4.20. Zaman farkına ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri	53
Çizelge 4.21. Ağaç türü-Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar	54
Çizelge 4.22. Ağaç türü- kesme yönü farkına ilişkin sonuçlar.	55
Çizelge 4.23. Ağaç türü- Tutkal farkına ilişkin sonuçlar	56
Çizelge 4.24. Ağaç türü- Sevk hızı farkına ilişkin sonuçlar.	57
Çizelge 4.25. Sevk hızı – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.....	58
Çizelge 4.26. Kesme yönü – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.	58
Çizelge 4.27. Sevk hızı – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.....	59
Çizelge 4.28. Tutkal türü – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.....	60

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

H_2	: Hidrojen
C	: Karbon
A	: Alan
B	: Beta
δ_{12}	: %12 rutubetteki özgül ağırlık
δ_r	: %r rutubetteki özgül ağırlık
r	: Örnek rutubeti
δ_0	: Tam kuru özgül ağırlık
M_0	: Tam kuru ağırlık
V_0	: Tam kuru hacim
a x b	: Teğet ve radyal kenar uzunluğu
F	: Uygulanan kuvvet
μm	: Mikro metre

KISALTMALAR

ASTM	: American Society for Testing and Materials
DRM	: Denge Rutubet Miktarı
EN	: Avrupa Normu
ISO	: International Organization for Standardization
TS	: Türk Standardı
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
PVAc	: Polivinilasetat
MÜF	: Melamin Üre Formaldehit
Ra	: Profil sapmalarının aritmetik ortalaması
Ry	: En büyük yüzey pürüzlülük değeri
λc	: Tarama uzunluğu

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Geçmişten günümüze çok çeşitli alanlarda kullanılan ağaç malzeme; çevreye zarar vermeyen, kaynağı yenilenebilir tek doğal hammaddedir. Ayrıca ekonomik ve estetik bir malzeme olması gibi birçok üstün özelliklere sahiptir. Bununla beraber anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi ağaç malzemenin çok farklı ürünler halinde kullanılmasına da olanak sağlamaktadır.

Ağaç malzeme üstün özellikleri yanında doğal haldeki dayanıklılığı (başka bir deyişle, kullanım yerindeki değişik çevresel faktörlere karşı gösterdiği doğal dayanma süresi) yeteri kadar uzun olamamaktadır. Bunda, ahşabı tahrip ederek özelliğini bozan çeşitli biyotik (bitkisel, hayvansal) ve abiyotik (fiziksel, kimyasal, mekanik) zararlıların oldukça büyük bir etkisi vardır (Usta, 1993).

Ağaç malzemenin olumsuz özelliklerinin en aza indirilmesi ve olumlu özelliklerinin daha fazla artırılması amacıyla yapılan araştırma sonuçlarına göre ortaya çıkan yöntemlere “Odun Modifikasyonu Yöntemleri” denilmektedir. Odun modifikasyonu yöntemleri fiziksel ve kimyasal yönden etkili olabilmektedir. Fiziksel yönden etkili odun modifikasyonu yöntemlerinde, genellikle odunun hücre boşluklarının ve diğer kapılar boşlukların organik veya inorganik maddelerle doldurulması ve bir materyal olarak takviye edilmesi hedeflenmektedir. Kimyasal yönden etkili olan odun modifikasyonu yöntemlerinde, hücre çeperi bileşenleri ile reaksiyon veren ve böylelikle odunun kimyasal yapısını değiştiren kimyasal maddeler kullanılmakta ve böylece odunun kimyasal yapısının değiştirilerek sakıncalı özelliklerinin azaltılması yoluna gidilmektedir (Yıldız, 2002).

Mobilya yapımında kullanılan ağaç malzemenin farklı sıcaklıklara (ısıtılma işlemi) tabi tutulması onun kimyasal yapısını değiştirmekte ve odun modifikasyonu yöntemleri arasında yer almaktadır. Isıtılma işlemi odunun rutubet alışverişini azaltarak boyut

stabilizasyonu kazandırmaktadır. Ayrıca ahşap elemanları tahrip eden organizmalara karşı dayanıklılığı arttırmak ve denge rutubet miktarını düşürmek de ısıtıl işlemin hedefleri arasında yer almaktadır (Yıldız, 2002).

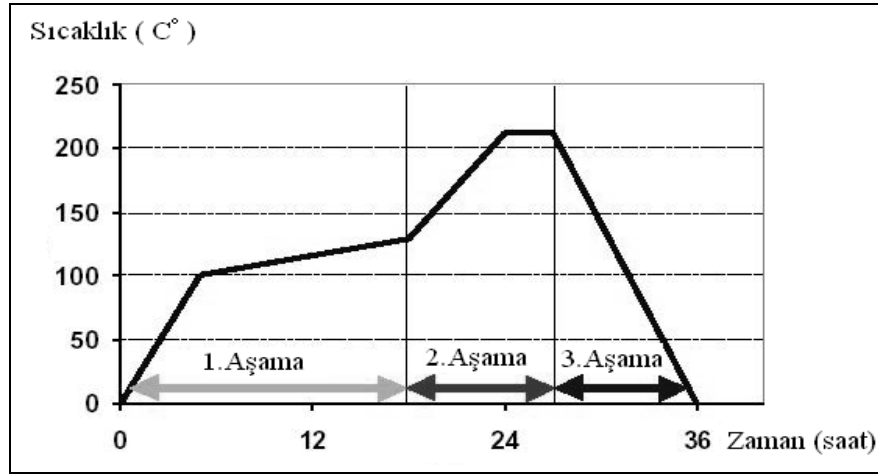
Bu çalışmada; farklı kesit ve sevk hızlarında işlenmiş olan ve günümüz endüstrisinde çokça kullanılan Uludağ göknarı, sarıçam, sapsız meşe ve Doğu kayını odunları, değişik süre ve sıcaklık değerlerinde ısıya tabii tutularak, farklı tutkallarla yapıştırılmış, sıcaklık farkının, yüzey pürüzlüğüne ve yapışma direnci değerlerine olan etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. ISIL İŞLEM YÖNTEMİ (THERMOWOOD)

Odunun ısıtılma tabii tutulması konusunda ilk bilimsel çalışmalar 1930 yılında Alman bilim adamları Stamm ve Hansen tarafından, 1940 yılında A.B.D.'li bilim adamı White tarafından yapılmıştır. 1950'lerde Germans Bavendam, Runkel ve Buro bu konuda çalışmalara devam etmişlerdir. 1960'larda Kollman ve Schneider, 1970'lerde Rusche ve Burmester yine bu konuda çalışmışlardır. 1990'larda bu konuda Hollanda, Finlandiya ve Fransız bilim adamları oldukça fazla çalışma yapmışlardır. ThermoWood işlemi başlıca 3 aşamadan oluşur, bu aşamalar şekil 2.1.de gösterilmiştir (Yıldız, 2002).



Şekil 2.1: Isıl işlem diyagramı (Mayes and Oksanen, 2002).

- I.Aşama (Kurutma): Bu aşama (ısıtılma aşaması başlamadan önceki aşama) boyunca odunun rutubet içeriği % 0'a doğru azalır. Kurutma aşamasının süresi odun türü, kereste kalınlığı ve odunun rutubet içeriğine bağlıdır. Hammadde taze veya kurutulmuş odun olabilir. Başarılı bir kurutma iç çatlaklardan kaçınmak için önemlidir. Odun yüksek sıcaklıklarda elastik

özellik kazanması sonucu geleneksel fırında kurutma yöntemine nazaran daha iyi deformasyon mukavemeti gösterir.

- II. Aşama (Isıl İşlem): Isıl işlem uygulaması işlem düzeyine bağlı olarak kapalı bir odada sıcaklığın 185–215 °C'ye artırılması ile uygulanır. Hedeflenen sıcaklığa ulaşıldığında sıcaklık, ısıl işlem uygulama amacına bağlı olarak 2–3 saatlik bir süre sabit tutulur. Isıl işlem aşaması yüksek sıcaklıkta kurutma aşamasından sonra derhal başlatılır. Isıl işlem boyunca odunda vuku bulan kimyasal değişmelerin etkilerini ve odunun yanmasını önlemek amacıyla koruyucu buhar kullanılır.
- III. Aşama (Soğutma ve Denkleştirme): Isıl işlemden sonra odunu kontrollü olarak soğutmak için kondisyonlama (denkleştirme) periyodu uygulanır. Çatlaklara sebep olan odun ve dış hava arasındaki yüksek sıcaklık farklılıkları bu aşamada minimize edilir. İlâveten odunun rutubet içeriğini son kullanım yeri için gerekli olan rutubet düzeyine getirmek için tekrar nemlendirme işlemi gerçekleştirilir. Odunun nihai nem seviyesi onun çalışma özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Örneğin kuru odunun işlenmesi zordur. Kondisyonlamadan sonra odunun nem içeriği % 5–7 olmalıdır. İşlem sıcaklığı ve keresteye bağlı olan kondisyonlama aşaması 5–15 saat arası sürer (Mayes and Oksanen, 2002).

2.1.1. Isıl İşlem Ekipmanları

Isıl işlemde su, buhar ve yüksek sıcaklıklar kullanılır. Isıl işlem şartları, odundaki uçucu bileşik yapılarını harekete geçirerek korozyona sebep olduğundan ısıl işlem ekipmanları boyasız çelikten yapılır. Isıl işlem uygulamalarında bioyakıt, fueloil veya gaz kullanarak yakılan sıcak yağ ısıtma sistemleri ve direkt elektrikli ısıtma sistemi kullanılır. Bunlara ilâveten ısıl işlem için gerekli olan buharı üretmek için özel bir buhar üretim sistemi gereklidir. Isıl işlem süresince odundan gazın buharlaşması fırınlama metodu ile gerçekleştirilir. Fırınlama metodunun öncelikli amacı odundan buharlaşan bileşiklerin sebep olduğu çevre zararlarını minimuma indirmektir (Mayes and Oksanen, 2002).

2.1.2. Isıl İşlem Yönteminin Sınıflandırılması ve Kullanıldığı Yerler

İğne yapraklı ve geniş yapraklı ağaç türlerinde özelliklerine göre farklı sınıflandırma yapılmaktadır. Isıl işlem 2 standart uygulamaya göre sınıflandırılır. Bunlar: Thermo-S ve Thermo-D olarak 2'ye ayrılırlar (Mayes and Oksanen, 2002):

Thermo-S; S harfi kararlılık (stability) anlamına gelmektedir. Kararlılık bu tür ürünlerin son kullanım yerinde anahtar bir özelliktir. Ortalama rutubetten dolayı teğet yöndeki şişme ve daralma Thermo-S sınıfı muamele edilmiş odunda %6–8 arasındadır (Mayes and Oksanen, 2002).

Thermo-D; D harfi direnç (Durability) anlamına gelmektedir. Bu ürünlerin karakteristik özellikleri biyolojik zararlılara karşı direnç özelliğidir. Ortalama nemden dolayı teğet yönde şişme ve daralma Thermo-D sınıfı ısıl işlem görmüş odunda %5–6 dolaylarındadır (Mayes and Oksanen, 2002).

Thermo-S ($190^{\circ}\text{C} \pm 3$) ve Thermo-D ($212^{\circ}\text{C} \pm 3$) iğne yapraklı ağaçlar için uygulama sınıfıdır. Yapraklı ağaçlar için ise ($185^{\circ}\text{C} \pm 3$) ve ($200^{\circ}\text{C} \pm 3$) kadardır. İYA ve GYA için Thermo-S ve Thermo-D kullanım yerleri çizelge 2.1. de verilmiştir (Mayes and Oksanen, 2002).

Çizelge 2.1. Thermo-S ve Thermo-D kullanım alanları (Mayes and Oksanen, 2002).

Thermo-S Yumuşak Ağaç	Thermo-S Sert Ağaç
<ul style="list-style-type: none">• Yapı malzemeleri• İç Mekân Mobilyaları• İç Cephe Kaplamaları• Mutfak ve Elbise Dolapları• Bahçe Mobilyası• Sauna ve Sauna Elamanları• Kapı ve Pencere malzemeleri• Dış Cephe Kaplamaları	<ul style="list-style-type: none">• İç Cephe Kaplamaları• İç Mekân Mobilyaları• Bahçe Mobilyası• Yer Kaplamaları (Parke)• Sauna ve Sauna Elamanları• Bahçe Mobilyaları
Thermo-D Yumuşak Ağaç	Thermo-D Sert Ağaç
<ul style="list-style-type: none">• Dış Cephe Kaplaması• İç ve Dış Kapı• Pencere ve Pencere panjurları• Park ve Bahçe Mobilyaları• Sauna ve Sauna Elamanları• Yer Kaplamaları (Parke)• Bahçe Elemanları (Bahçe Çitleri)• Havuz ve Bahçe Direkleri	<ul style="list-style-type: none">• İç Cephe Kaplamaları• İç Mekân Mobilyaları• Bahçe Mobilyası• Yer Kaplamaları (Parke)• Sauna ve Sauna Elamanları• Bahçe Mobilyaları

2.1.3. Isıl İşlemin Ahşap Malzemenin Özellikleri Üzerine Etkileri

Isıl işlem görmüş odunun kimyasal ve fiziksel özellikleri kalıcı bir şekilde değişir. Bu değişim hemiselülozun termik degradasyonundan dolayı meydana gelmektedir. İstenilen değişimler 150°C'de elde edilmeye başlanır ve bu değişimler her kademedeki sıcaklığın artırılmasıyla devam eder. Sonuçta nemden dolayı oluşan genişleme ve daralma düşer, biyolojik direnç artar, renk koyulaşır ve odundan birçok ekstraktif madde uzaklaşmış olur. Isıl işlemde sıcaklık en önemli etkidir. Ancak ağaç türü, ısıl işlem süresi, işlem atmosferi, basınç, rutubet miktarı ve sıcaklığın eşit dağılımının sonuca doğrudan etkisi bulunmaktadır (Viitanen et al. 1994).

Odunun termal bozunması 100°C sınırından itibaren başlamaktadır. 200°C'nin üzerinde yapısal hasar odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması söz konusu olmaktadır. 270°C'nin üzerinde odunun piroliz ve yanma olayı başlamaktadır (Fengel and Wegener, 1989).

2.1.3.1. Isıl İşlem Süresince Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

Isıl işlem uygulamasında odun yüksek sıcaklıkta ısıtılırken 140°C altındaki sıcaklıklarda su ve uçucu ekstraktiflerin kaybıyla yoğunlaşabilen parçacıkların oluşumu başlar. Bu sıcaklıkların üzerinde hücre duvarı polimerlerine bağlı olan daha gevşek yapılardan oluşan selülar parçalanma ürünlerinin oluşumu çok daha önemlidir. Bu durum özellikle hemiselülozun parçalanmasıyla meydana gelen asetik asit formasyonundan dolayı kaynaklanmaktadır. Bunun yanında odun ısıtılmaya devam ederken yoğunlaşan gazların (özellikle CO₂) oluşumu kadar formik asit ve metanolün de bu şekilde etki yapabilmektedir. 140°C sıcaklıkların üzerinde "suyun yapı taşı" olarak adlandırılan dehidrasyon reaksiyonlarının oluşumu başlar. Sıcaklık artarken CO ve CO₂ ayrıca oluşan gazlar içerisinde belirlenmiştir (Bourgois et al. 1991).

150°C'den 230°C'ye ısı değişimleri genellikle kullanılan sıcaklıklardır. Çünkü hidroliz düşük sıcaklıklarda daha yavaş gerçekleşir. Buna rağmen 210-220°C sıcaklıklarda selülozun parçalanma reaksiyonları başlar. Selülozun parçalanması 270°C de yoğun olarak gerçekleşmektedir (Garrote et al. 1999).

Isıl işlem, odunun su adsorpsiyonunu azaltmasına rağmen hücre lümeni yüzeyindeki serbest suyun mevcudiyetini önlemez. Rutubet içeriği lif doygunluğu noktasından sonra hala artar. Ancak ısı işlem hücre çeperinin lif doygunluğu noktasında önemli bir azalmaya sebep olur. Isıl işlem uygulanmamış odunda genel olarak lif doygunluğu noktası %28-30 iken ısı işlem uygulanmış odunun lif doygunluğu noktası %16-18'dir (Hill, 2006).

Isıl işlem sonucu genellikle hemiselulozun bozunması ile ortaya çıkan organik asitlerin etkisi ile odunun lignin-polisakkarit kompleksi parçalanır. Higroskopisite (havadan rutubet absorbe etme yeteneği)'deki bu değişim karakteristiktir ve başta hemiseluloz olmak üzere odun bileşenlerinin kimyasal modifikasyonuna ve odun kristalleşme derecesindeki fiziksel değişimlere dayandırılmaktadır. Higroskopisite-deki azalma odundaki hidrofilik bölgelerin (özellikle karbonhidratların hidroksil grupların) sayısındaki azalma ile ilgilidir. Isıl işlem uygulamasından sonra karbonhidratların bozunması ile su absorbe eden hidroksil gruplarının konsantrasyonundaki azalma daha düşük su alımı ve adsorpsiyonu ile sonuçlanır (Kocaefe et al. 2008).

Isıl işlem selüloz yapısında da bazı değişimler yapmaktadır. Selüloz yapısı gereği çok sağlam bir polimerdir. Selüloz degradasyonu, hemiselülozlardan daha yüksek sıcaklıkta olduğu kabul edilmektedir. Selülozun amorf kısımları termal degradasyondan en fazla etkilenen kısımlardır (Kim et al. 2001).

Isıl işlemin ekstraktif maddeler üzerindeki etkisi 180°C nin üzerindeki sıcaklık muamelelerinde, yağ ve ekstraktif maddelerin odun yüzeyinden kaybolması şeklinde belirlenir. Reçine asitleri 100–180°C arasında ısı işlem görmüş odun örneklerinin merkezinde bulunabilir. Fakat 200°C'nin üzerinde reçine asitleri artık belirlenemez düzeye gelir. Yüksek sıcaklıklarda termal olarak muamele görmüş odunun asetik asit ve terpen emülsiyonu seviyeleri modifiye olmamış odunla karşılaştırıldığında emülsiyon seviyelerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir (Mayes and Oksanen, 2002).

2.1.3.2. Isıl İşlemden Dolayı Odunda Meydana Gelen Fiziksel Değişimler

Kütle Kaybı

Odunun ısıtılması; muamele metodu, sıcaklık ve maruz bırakılma zamanına bağlı olarak odunun hacminde ve kütlede düşüşe sebep olur. Isıl muamele ile meydana gelen ağırlık kayıpları, mevcut hidroksil gruplarının azalmasıyla görülen odun yapısındaki suyun kaybı, hücre çeperindeki maddesel kayıplar ve hemiselülozların parçalanmasıyla meydana geldiği düşünülmektedir (Feist and Seli, 1987).

Düşük sıcaklıkta ısıl muamele, uçucu ve bağlı suyun kaybıyla düşük kütle kaybına sebebiyet verir. Makro moleküler bileşiklerin kaybı 100°C sıcaklığın üzerinde gerçekleşir ve ilerleyen zaman ve sıcaklıklar kütle kaybını olumsuz etkilemektedir. Hücre duvarındaki materyallerin kaybı, eğer proses optimum olmazsa fazla oranlarda büzülme oluşumu gerçekleştirebileceğinden odunun boyutsal değişiminde rol alabilir (Millet and Gerhards, 1972).

Isıl işlemde dolayı odunun hacimsel olarak daralması, kütle kaybıyla arasında iyi bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca boyuna yöndeki önemsiz artışın, radyal ve teğet daralmanın sebep olduğu strese katkısının bulunduğu ve ısıl muameleye maruz kalmış örneklerde teğet yön, radyal yönle karşılaştırıldığında daha fazla daraldığı belirlenmiştir (Chang and Keith, 1978).

Isıl işlem uygulaması boyunca odunda ağırlık ve buna bağlı olarak özgül kütlede azalma olmaktadır. Isıl işlem uygulamasından sonra odunun özgül kütledeki azalmaların sebepleri; ısıl işlem süresince başta hemiselüloz olmak üzere odun bileşenlerinin buharlaşan uçucu ürünlere dönüşmesi, ekstraktif maddelerin buharlaşması olarak düşünülmektedir (Boonstra, 2008).

Isıl işlem sonucu geniş yapraklı ağaçlar (GYA) genellikle, belirli şartlar altında ısıtıldığında iğne yapraklı ağaçlar (İYA)' dan daha yüksek kütle kaybı gösterirler. Çam ve kayının kütle kaybının 200°C de daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Fakat direnç kayıpları sadece kütle kaybına ve tür özelliklerine bağlıdır. Ladinin kayına

göre termal olarak daha stabil olduğu, ısıtma süresince oluşan kütle kaybı değerlerinden belirlenmiştir (Schneider and Rusche, 1973).

Boyutsal Stabilizasyon

Boyutsal stabilizasyondaki artış, termal olarak modifiye olmuş odunda elde edilebilmektedir. Fakat gözlenen etkiler ısıtma işlemine bağılı olarak değışmektedir. Yapılan çalışmalar sonucunda boyutsal stabilizasyonun yalnızca kimyasal maddelerin kullanılmasıyla değıl, sadece ısı muamelesiyle sağlanabileceğı sonucuna varmışlardır (Yıldız and Gümüşkaya, 2007).

2.1.3.3. Isıl İşlemden Dolayı Odunda Meydana Gelen Mekaniksel Değışimler

Isıl muamele süresince gerek odun içerisinde gerekse yüzeylerde meydana gelen çatlaklar ve yarılmalar ahşap materyalin direncinde ciddi sorunlara yol açmakta ve bu durumda mekaniksel özellikleri olumsuz etkilemektedir. Özellikle yüksek sıcaklıklarda oluştuğı bilinen formik ve asetik asit formasyonu öncelikle hemiselülozdan başlayarak birçok odun bileşenini tahrip eder ve bunun sonucunda kütle kayıpları meydana gelir (Repellin and Guyonnet, 2005).

Odunun direnci sıcaklıkla birinci dereceden ilgilidir. Isının odun üzerinde etkileri iki tipte toplanabilir. Artan sıcaklıkla oluşan ani etkiler ve odun polimerlerinin termal parçalanmasına neden olan kalıcı etkiler. Isıyla oluşan ani etkiler düzeltilebilir. Fakat kalıcı etkiler düzeltilemez. Ani ve kalıcı etkilerin birleşimi daha fazla zarar meydana getirir (Feist et al. 1973).

Yüksek sıcaklıklarda işlem sonucuna göre mekanik özelliklerde düşüş göze çarpmaktadır. Yine bu çalışmada elde edilen sonuçlar, direnç düşüşlerinin 200°C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilerek minimize edilebileceğı belirtilmiştir (Boonstra et al. 1998).

2.2. KULLANILAN AĞAÇ MALZEMELER

2.2.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L)

Sarıçam odunu genellikle bütün Avrupa ve Asya'da yaygın olarak yetişen ağaç türlerindedir. Enine kesitinde yaz odunu oldukça geniş ve traheid çeperleri ilkbahar odunundakine göre daha kalın, lümenler yuvarlak görünüştedir. Reçine kanalları genellikle yaz odununda çok sayıda olup, 100–150 mikron çapında ve enine kesitte daire görünüşündedir. Özışınları genellikle tek sıralıdır. Traheidlerin teğet çeperlerinde kenarlı geçitler uzun aralıklarla yer alır. Reçine dolu keseciklere çok sık rastlamak mümkündür. Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri Çizelge 2.2' de verilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 2.2. Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

Tam kuru özgül kütlesi	0,49	g/cm ³
Hava kurusu özgül kütlesi	0,52	g/cm ³
Liflere paralel basınç direnci	550	kg/cm ²
Liflere dik yönde basınç direnci	77	kg/cm ²
Eğilme direnci	637	kg/cm ²
Makaslama direnci	47	kg/cm ²

2.2.2. Doğu kayını (*Fagus orientalis* L)

Doğu kayını odunu, dağınık küçük traheli, özışınları çok kalın ve belirgin, radyal kesitte geniş özışını levhaları, teğet kesitte iki ucu sivri iğ şeklinde öz çizgileri bulunmaktadır. Traheler çıplak gözle görülememekte, enine kesitte yıllık halkanın her tarafına dağılmış durumda ve yaz odununa gidildikçe sayı ve çapları yavaş yavaş azalmaktadır. Kalın parlak özışınlarının aralarında 0.5-1 mm'lik aralıklar bulunur. Yıllık halka sınırları belirgin ve yaz odunu ilkbahar odununa oranla daha koyu renktedir. Radyal kesitte özışını levhaları parlak, koyu renkte ve yüzeyin 1/10'unu kaplamaktadır. Doğu Kayını odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri Çizelge 2.3' de verilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 2.3. Doğu Kayını odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

Tam kuru özgül kütlesi	0,63	g/cm ³
Hava kurusu özgül kütlesi	0,66	g/cm ³
Liflere paralel basınç direnci	644	kg/cm ²
Liflere dik yönde basınç direnci	870	kg/cm ²
Eğilme direnci	870	kg/cm ²
Makaslama direnci	150	kg/cm ²

2.2.3. Sapsız meşe (*Quercus petraea L*)

Ülkemizde geniş bir alanda yetişmektedir. Ak meşeler grubundan olan *Quercus petraea* ağaç boyu 20 - 40 m. gövde orta çapı 1-2 m. kullanılabilir gövde uzunluğu 10-20 m. dir. Diri odun çoğunlukla dar, 2,5 cm genişlikte, sarımsı beyaz renkte, öz odun açık kahverengi ile sarımsı kahverenginde, kesimden sonra koyulaşır. İlbahar odunu traheleri çok büyük, çıplak gözle görülebilir ve 1 - 2 sıralı genişlikte bir halka oluşturur. Radyal kesitte traheler kaba iğne çizikli, tül oluşumu ile doludur. Özışınları tek ve çok sıralı olmak üzere iki çeşittir. Tekstür kaba, iğne çizikli, genellikle düzgün bazen düzensiz lifli, parlak, dekoratif, sert ve ağır bir odunu vardır. Sapsız Meşe odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri Çizelge 2.4' de verilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 2.4. Sapsız Meşe odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

Tam kuru özgül kütlesi	0,65	g/cm ³
Hava kurusu özgül kütlesi	0,69	g/cm ³
Liflere paralel basınç direnci	610	kg/cm ²
Eğilme direnci	880	kg/cm ²
Makaslama direnci	110	kg/cm ²

2.2.4. Uludağ Gökarnı (*Abies bornmülleriana Mattf*)

Odunu sarımsı veya kırmızımsı beyaz renktedir. Yaz odunu kırmızımsı veya morumsu kahve renkli olup, açık renkli ilkbahar odunundan belirgin bir şekilde ayırt

edebilir. Yıllık halka sınırları ladine benzer. Ancak, reçine kanalları yoktur. Yapısı daha kaba, rengi kırmızımsı beyaz olup radyal kesitte mat görüntü verir. Göknar, özellikle mobilya, lambri, pervaz, kaplama levhası üretiminde ve inşaat sektöründe yapı malzemesi olarak kullanılır. Ayrıca kutu, kafes, ambalaj, sandık, fiçı, oyuncak vb. yapımında tercih edilir. Uludağ Göknaarı odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri Çizelge 2.5’ de verilmiştir (Örs ve Keskin, 2001).

Çizelge 2.5. Uludağ Göknaarı odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

Tam kuru özgül kütlesi	0,40	g/cm ³
Hava kurusu özgül kütlesi	0,44	g/cm ³
Liflere paralel basınç direnci	358	kg/cm ²
Liflere dik yönde çekme direnci	14	kg/cm ²
Eğilme direnci	730	kg/cm ²
Makaslama direnci	46	kg/cm ²

2.3. YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜ

Pürüzlülük; üretimde uygulanan işlemler sonucu parça yüzeyinde oluşan şekil ve dalgalanma hataları dışında kalan, oldukça düşük ve periyodik olarak tekrarlanan düzensizliklere denilmektedir. Ahşabın yapışma kabiliyetini etkilemesi, zayıyatı arttırması ve imalat sırasında ürün kalitesini aynı seviyede tutmak amacıyla orman ürünleri endüstrisinde yüzey pürüzlülüğünün kontrolü ve izlenmesi kaçınılmaz hale gelmiştir (Korkut, 2005).

Odun esaslı ürünlerin üretiminde yüzey tekstürü; ürün sınıfını, kalitesini, yüzey işlem kolaylığını, tutkallamayı ve daha sonraki üretim aşamalarını etkilemektedir. Pürüzlülük derecesi ürünün kendi içinde ve değişik ürün tipleri arasında farklılıklar göstermektedir (Efe vd, 2003).

2.3.1. Yüzey Pürüzlülüğünde Kullanılan Parametreler

Yüzey pürüzlülüğü ölçümünde cihazın tarama iğnesi malzeme üzerinde ölçüm uzunluğu boyunca hareket ederek iğne ucu gözeneklerin içine doğru girip çıktıkça çizici kalem yüzey konturlarını Şekil 2.2.'de gösterildiği gibi kaydetmektedir



Şekil 2.2. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm uzunluğu ve grafik çıktısı örneği

Ra: Bu ifade merkez eksenini ortalama yüksekliği olarak tarif edilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü ölçen cihazlardan direkt olarak okunabilir. Pürüzlülük ölçümünde en fazla kullanılan parametredir. Rz: Ölçüm aralığındaki 5 tane en yüksek ve 5 tane en alçak değerini ortalamasını veren bir parametredir. Ry: Tüm ölçüm uzunluğu için maksimum derinlik ile maksimum yüksekliğin toplamını ifade eder (Mitutoyo, 2008)

2.3.2. Yüzey Pürüzlülüğüne Etki Eden Faktörler

Homojen malzemeler ile karşılaştırıldığında, odun anizotrop yapıya sahip olup, anatomik yapısından dolayı kendine has özellikleri vardır. Odun sahip olduğu bu anatomik yapı nedeniyle, kesme, biçme ya da rendeleme işlemlerine tabi tutulsa bile doğal olarak yüzeyi düzgün değildir. Bu nedenle ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğü, birinci derecede anatomik yapıya, ikinci derecede kullanılan makine ve yüzey işleme metotlarına göre değişmektedir. Bu durumda ağaç malzemenin yüzey pürüzlülüğünü etkileyen faktörleri iki ana grupta incelemek doğru olacaktır (Richter et al. 1995).

2.3.2.1. Odunun Anatomik Yapısından Kaynaklanan Pürüzlülük

Odunun makineler ile işlenmesi esnasında, odun hücreleri kesici bıçaklar ile kesilerek, trahe, parankim, reçine kanalları ve lifler gibi odun elemanlarının boşlukları açığa

çıkarılmaktadır. Bu boşlukların boyutları, ağaç türü, ilkbahar ve yaz odunu zonlarının kapladığı alan ve kesit tipine bağlıdır (Balkız, 2000).

Yetiştirme koşullarına bağlı olan yıllık halka genişliği ve odunun özgül ağırlığı yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir. Yıllık halka genişliği azaldıkça odunun yüzey kalitesi artmaktadır. Yıllık halka içerisindeki ilkbahar ve yaz odunu oranı yüzey pürüzlülüğü üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Buna ilaveten odunun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, koparılmış lifler, lif uzunluğu ve odunun doğal büyüme karakteristiklerinden sayılan budak ve lif kıvrıklıkları da pürüzlülüğü arttırıcı yönde etki yapmaktadır (İlter vd, 2002)

2.3.2.2. Odunun İşlenmesinden Kaynaklanan Pürüzlülük

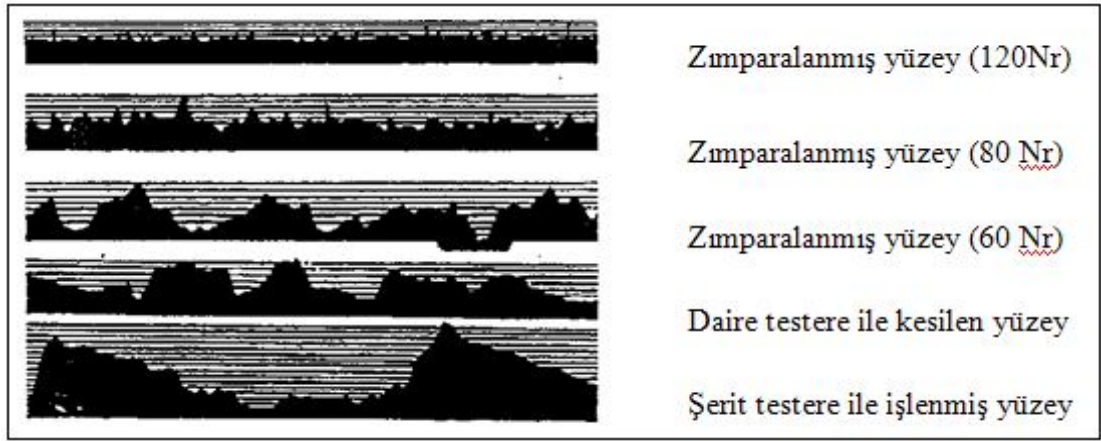
Odunun anatomik yapısındaki farklılıklar, yüzey farklılıklarına neden olmaktadır. Bu bağlamda ağaç malzemedeki yüzey pürüzlülüğü birinci derecede anatomik yapıya, ikinci derecede kullanılan makine ve yüzey işleme metotlarına bağlı kalmaktadır. Yüzey pürüzlülüğü, yumuşak odunlarda sert odunlardan daha fazladır. Odun türlerinin tekstürü anatomik bir büyüme karakteristiği olduğundan yüzey pürüzlülüğü incelenirken tekstür ve işleme metotlarında oluşan farklılıklar ayrı ayrı değerlendirilir. Ayrıca, odun yüzeyinde oluşan çatlaklar, hücre çökmeleri, koparılmış lifler ve lif uzunluğu da yüzey pürüzlülüğünde etkili olmaktadır. Ayrıca, odundaki doğal büyüme karakteristiklerinden budak ve/veya lif eğriliği oluşumları liflerin normal gidişlerinde meydana gelen düzensizlikler pürüzlülüğü arttırıcı etki yapmaktadır (İlter vd, 2002).

Ağaç türü farklılıkları, ağacın teknolojik özelliklerinin değişmesine neden olduğu gibi, odunun yüzey pürüzlülüğünün de değişmesine neden olabilmektedir. Yüzey pürüzlülüğü açısından ağaç malzemenin kesiliş yönü etkili olup, lifler yönünde kesilen odun yüzeyinde liflere dik yöndekine göre daha az pürüzlülük oluşmaktadır (İlter vd, 2002).

Yüzey pürüzlülük değerlerini etkileyen diğer bir faktör de, odunun işlem anında sahip olduğu rutubet yüzdesidir. Rutubet; odundaki liflerin esnekleşmesine ve dolayısıyla

kesme anında liflerin kopmayıp kabarmasına yol açmaktadır. Yüzey pürüzlülük değerlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları çalışmada, düşük rutubet oranına sahip numunelerin daha düşük pürüzlülük değerleri verdiklerini belirtmişlerdir (İlter vd, 2002)

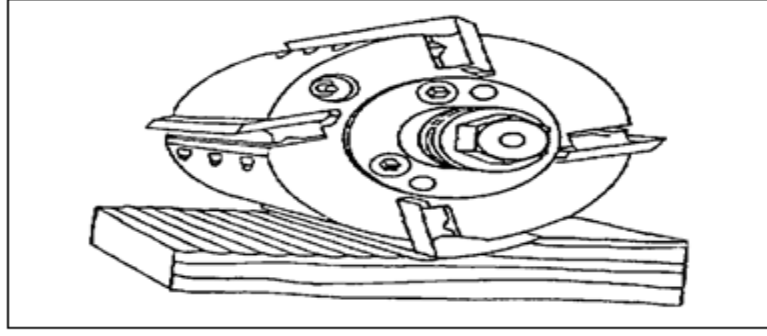
Odun yüzeyinin düzgünleştirilmesinde uygulanan işlemler biçme, rendeleme ve zımparalama olarak sayılabilir. Oduna uygulanan işleme türünün yüzey düzgünlüğüne etkisi vardır. Ayrıca işlem sırasında uygulanan işlem faktörleri de yüzey pürüzlülüğü üzerinde etkilidir. Şekil 2.3.'de farklı numaralı zımparalar ile zımparalama, daire ve şerit testerede biçme işlemlerinin yüzey pürüzlülüğünü nasıl etkilediği verilmektedir (Gürleyen, 1998).



Şekil 2.3. Doğu kayını odununda değişik işleme tekniklerinde oluşan yüzeyler (Gürleyen, 1998).

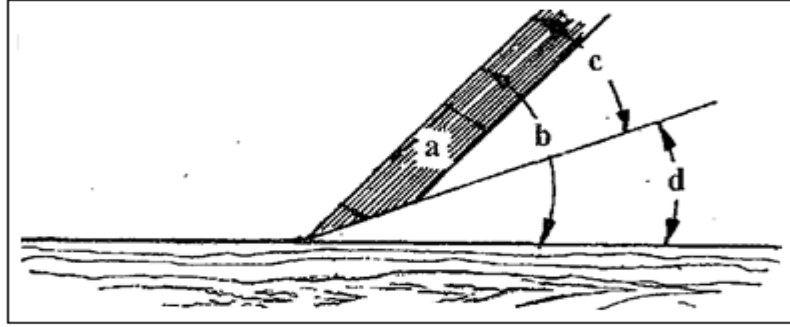
2.4. RENDELEME

Rendeleme makinelerinde bulunan bıçak topları ve bunlar üzerinde yerleştirilmiş kesicilerin dönerek gerçekleştirdikleri kesme ve şekillendirme işlemleri olarak tanımlanmaktadır. Kesiciler, bıçak topları üzerine değişken sayılarda takılır. Takılan bıçak sayısı arttıkça elde edilen yüzey kalitesinin iyileştiği tespit edilmiştir. Rendeleme sonrası yüzeyin görünümü Şekil 2.4.'da gösterilmiştir (Gürleyen, 1998).



Şekil 2.4.Rendelenmiş masif yüzey

Rendeleme işleminde kesiciler kesme işlemini gerçekleştiren çelik lamalardır. Rendelemin türüne ve kullanma amacına göre kesici ağzı düz veya özel şekilli olabilirler. Şekil 2.5.'de bir rendeleme bıçağının kesme anında meydana getirdiği açılar gösterilmiştir (Zorlu, 1985).



Şekil 2.5.Rendeleme bıçağının kesme anında yaptığı açılar.

Şekil 2.5.'de a-) kesici bıçak, b-) kesme açısı, c-) kama açısı, d-) serbest açı olarak adlandırılmaktadır. Kesme açısı arttıkça kesicinin dalıcılığı artmaktadır. Yumuşak düşük dirençli ağaçlarda, elyaf yönündeki rendelemelerde ve ince talaş kaldırma işlemlerinde büyük kesme açısı küçük kama açısı, sert karışık elyafli ağaçlarda kalın talaş kaldırma işlemlerinde küçük kesme açısı ve büyük kama açısı tavsiye edilmektedir (Zorlu, 1985).

2.5. YAPIŞMA TEKNİĞİ VE TUTKALLAR

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan tutkallar genellikle koloidal çözeltilerdir. Yapışma esnasında, çözeltinin su kaybetmesi, soğuması veya içerisindeki

reaksiyonun oluşmasıyla, çözelti geçici olarak pelteleşir ve zaman geçtikçe de katılaştır (sertleşir), böylece iki ağaç malzeme yüzeyi arasında katı bir tutkal tabakası oluşur. Bu tabaka çeşitli zorlanmalara karşı koyabilecek dirence sahiptir. Diğer taraftan tutkal çözeltisi katılaştırken iki ağaç malzemeyi de birbirleriyle birleştirmiş olur. Ayrıcı kuvvetlere karşı tutkal ve odun yüzeyi arasında oluşan bağlar ve tutkal tabakası yeterli direnç gösterebilmektedir (Kızılırmak, 2007). Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan tutkallar direnç özelliklerine göre Çizelge 2.6 'da sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.6. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması (Keskin, 2001).

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

D sınıfı tutkallar dayanıklılıklarına göre; D₁, D₂, D₃ ve D₄ olarak gruplandırılır. Bu tutkalların kullanım alanları

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

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

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

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

2.5.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci

Tutkallı birleştirmelerin performansı üzerinde, tutkalın özellikleri yanında, yapıştırılan malzemenin yapısı, tutkal bileşimi, tutkal tabakasının nitelikleri etkili olmaktadır. Tutkallı birleştirmelerin başarısını etkileyen tutkal özelliklerinden katı madde oranı, viskozite, kül miktarı ve PH önemli sayılırken, birleştirmelerin performansını değerlendirmek için standartlara uygun test metotları kullanılır. Tutkalın ağaç malzemede yapışma esnasında oluşturduğu bağlar, van der waals ve hidrojen bağları veya mekanik yapışma sağlayan zayıf bağlardır (Tank, 1995).

2.5.1.1. Adezyon Kuvveti

İki katı maddenin yapışmasını, yani yan yana gelen yüzeylerinin birleşmesini sağlayan kuvvetlerin toplamına adezyon kuvveti denir. Ağaç malzemenin yapıştırılmasında koloidal çözelti halinde olan tutkal, odunun gözeneklerini yüzeyden itibaren viskozitesine göre, çeşitli derinliklerde doldurur veya bu boşlukların iç yüzeylerini ıslatır, ince bir tabaka halinde örer. Sıvı tutkalın katılaşmasıyla (sertleşmesiyle) odun ile tutkal arasında kenetlenme meydana gelir. Bu olay, mekanik adezyon (mekanik yapışma) olarak isimlendirilir. Mekanik kenetlenmenin, yapışmayı sağlayan kuvvetlere katılma oranı çok azdır. Pratik olarak ihmal edilir seviyededir. Hatta tutkal ağaç malzeme gözeneklerini tamamen doldurur ve iki parça arasında tutkal tabakası oluşmazsa ve bu tabakanın oluşumu yer yer aksarsa yapışma olayı zayıflar (Kızılırmak, 2007).

2.5.1.2. Kohezyon Kuvveti

Kohezyon, aynı cins moleküller arasındaki bağı, yani moleküllerin çekim kuvvetlerinin tamamını ifade eder. Dış etkilere karşı cismin direnç göstermesi, kohezyon kuvvetlerinin varlığı ile mümkündür ve onun miktarına bağlıdır. Bu ise, cismin moleküller yapısı tarafından belirlenir. Yapıştırma işleminde tutkal tabakası direncinin, yani kohezyonun tutkal ile ağaç malzeme yüzeyi arasındaki bağlanma direncinin adhezyona eşit olması ve her ikisinin de ağaç malzeme direncinden yüksek olması ideal olanıdır (Kızılırmak, 2007).

2.5.1.3. Pratikte Yapışma

Sıvı yapıştırıcı, iki katı cismin çakışan yüzeylerine sürülerek, arasındaki boşluğu tamamen ıslatıp doldurur. Böylece, katı malzemenin molekülleri ile vasıtalı olarak birbirine tamamen yaklaştırılmış olur. Daha sonra, kimyasal veya fiziksel olarak sertleşen (katılaştıran) yapıştırıcı tabakası iki cismin çakışan yüzeyleri arasında kuvvetli bir bağ oluşturur ve böylece yapışma gerçekleşmiş olur (Keskin, 2001).

2.5.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler

Yapışan odun yüzeylerinde kopmadan sonra görülen odun ve lif miktarını belirlemede lif oranı metodu kullanılmaktadır. Bu metotla yapıştırılmış iki odun parçasını birbirinden ayırmada çekme, makaslama, yarıma deneyleri kullanılmaktadır. Bu metotlardan birincisi, özellikle kontrplakların yapışma mukavemetlerinin tespitinde ve çeşitli tutkalların denenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Masif örneklerin yapışma mukavemetlerinin belirlenmesinde kullanılan yarıma deneyinde ise, kama etkisiyle iki parçayı tutkal hattı boyunca ayıracak şekilde kuvvet uygulanır ve yapışmış örneklerin ayrılması için gerekli kuvvet deney makinesi kadranından okunur.

Lif oranı metodunda, yapıştırılmış odunun gösterdiği yapışma mukavemetinin en az odunun kendi direnci kadar olması genel bir kriter olarak kabul edilmiştir. Buna göre, numunenin çeşitli yöntemlerde koparılmasından sonra, her iki yapışma yüzeyinde ortaya çıkan lif ve odun kaplı alanların büyüklüğü oranında yapışma mukavemetinin yüksekliğine karar verilir (Öktem, 1976).

2.5.3. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler

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

2.5.3.1. Odun Yapısı

Dağınık traheli ağaç odunları, halkalı traheli ağaç örneklerinden farklı yapışma özellikleri göstermektedir. İlkbahar ve yaz örneklerinin yıllık halka içindeki katılım oranı (Tekstür) ile diri ve öz odun miktarı tutkal hattı dayanımında etkilidir. Diğer taraftan tutkallama diri odun ve ilkbahar odununda genellikle daha kolay, odun özgül kütlesi arttıkça daha zor olmaktadır (Chung, 1968).

2.5.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü

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

Ağaç malzeme yüzeyinin ıslanabilme özelliği, yapışma mukavemetinin performansı açısından önemli olup belirlenmesinde iki farklı test uygulanır(Snorgen, 1974).

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

Ağaç malzemenin yüzeyi ıslatılır ve hemen bir bez parçası ile silinerek 1dakika beklenir. Eğer yüzeyde hala ıslaklık varsa kâğıt bir peçete ile yüzey iyice kurulanır. Daha sonra kuru ve nemli yüzeylerin sertlik kontrolü yapılır. Islatılan yüzey, kuru yüzey ile aynı sertlikte ise makinelerde işlenmesinde problem çıkacağı ve yapışmayı olumsuz yönde etkileyeceği anlaşılır (Snorgen, 1974).

2.5.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi

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

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

Soğuk preslemede uygulanan pres süresi, tutkal çeşidine ve ortamın sıcaklığına göre değişmektedir. Sıcak preslemede ise tutkalın çeşidinden başka, uygulanan sıcaklık ve preslenecek parça kalınlığı da presleme süresini etkilemektedir. Sıcak presleme süresinin hesaplanmasında, tutkalın sertleşme süresine orta tabakaya kadar her 1mm kalınlık için 1 dakika ilave edilmektedir (Şenay, 1996).

Lamine elemanın kalınlığı 12mm'den fazla iken tutkalın sıcak yüzü preslerde kurutulması bazı güçlükler çıkarmaktadır. En önemlisi, kalınlık arttıkça presleme süresi uzamakta, bu da seri üretim hatları için uygun olmamaktadır. Lamine edilecek ağaç malzemenin toplam kalınlığı 12mm'den fazla ise tutkal yüksek frekanslı elektrik akımı ile kısa sürede kurutulabilmekte ve herhangi bir problemle karşılaşmamaktadır (Göker ve Bozkurt, 1986).

2.5.3.4. Tutkal Özellikleri ile İlgili Faktörler

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

Yapıştırma tutkalın fiziksel veya kimyasal özellikte olması, yapışmayı etkilemektedir. Kimyasal özellikteki tutkalların mekanik dayanımları fiziksel esaslı tutkallara göre yüksektir. Yüzeyi düzgün olmayan ağaç malzemelerin birleştirilmesinde, kimyasal esaslı tutkallar daha güçlü yapıştırma yapılabilir (Şenay, 1996).

Isıl işlem uygulanmış kereste polifenilasetat (PVAc), melamin-üre formaldehid (MUF) ve metil difenil diizosiyanat (MDI) gibi çoğunlukla kullanılan tutkallar ile yapıştırılabilir. Isıl işlem uygulanmış kereste ısıl işlem uygulanmamış keresteye göre daha az su absorbe ettiğinden su-bazlı polifenilasetat (PVAc) tutkalı kullanılması durumunda tutkalın sertleşmesi için odun tarafından su absorbe edilmesi gerekmesi ve böylece uzun kurutma süresine ihtiyaç duyması sebebiyle büyük ölçüde uzayan kurutma zamanı problemlere neden olmaktadır. Bu nedenle polifenilasetat (PVAc) tutkalı ile çalışılacağı zaman tutkalın rutubet içeriği düşük tutulmalıdır. Poliüretan (PU) tutkalları kullanılması durumunda bu tutkalların sertleşmesi ağaç malzemenin veya havadan rutubet alınmasına bağlı olduğundan çok kuru olmayan ağaç malzemeler dışında iyi bir bağ oluşturabilmektedir. Kimyasal olarak sertleşen tutkallarda kurutma zamanı ve diğer tutkallama parametreleri ise değişmemektedir (Ayrilmis et al. 2009).

2.6. LİTERATÜR ÖZETİ

Karabük Yenice bölgesinden temin edilen sarıçam odununa, 150, 170 ve 190 °C sıcaklıklarda 4, 6 ve 8 saat süreyle sıcaklık uygulamıştır. Yapılan testlerin sonuçları değerlendirildiğinde, sıcaklık farkının sarıçamın teknolojik özelliklerini değiştirdiği gözlenmiştir. Uygulanan sıcaklık ve sürenin artışı ile doğru orantılı olarak sarıçamın ağırlık kaybı artmakta ve rengi koyulaşmaktadır. Sıcaklık ve süre arttıkça hacimsel genişlemesi azalmakta ve böylelikle boyutsal stabilizasyonu geliştirilebilmektedir. Uygulanan sıcaklıklar sarıçamın eğilme direnci ve elastikiyet modülünde azalmaya neden olurken basınç direncinde artışa neden olmuştur (Özçifçi vd. 2009).

Okalıptus odununun hava kurusu özgül kütlesi, yüzey pürüzlülüğü (ortalama pürüzlük) ve liflere paralel basınç direnci üzerinde ısıl işlemin etkisi araştırılmıştır.

Yüzey pürüzlülüğü liflere dik yönde ölçülmüş ve ısıtma işlem sıcaklığı ve muamele süresi arttıkça; özgül kütle, basınç direnci ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düştüğü belirtilmiştir (Unsal and Ayrılmış 2005).

Doğu kayını ve Ladin odunları atmosferik şartlarda 2, 6 ve 10 saat 130, 150, 180, 200°C de ısıtılmıştır. Sonuçta fiziksel özelliklerden boyutsal stabilizasyonda ısıtma işleminin memnuniyet verici olduğunu belirlenmiştir. Mekanik ve teknolojik özellikler genellikle maruz olduğu şartların ve sıcaklığın ağırlaştırılmasıyla bir düşüşe sebebiyet verdiği görülmüştür. Kimyasal özelliklerin, holoselülozların ısıtma işlem süresince en çok degrade olduğu tespit edilmiştir (Yıldız, 2002).

Benzer bir çalışmada Cami yanı Karaçamı odununun bazı fiziksel (tam kuru özgül kütle, hava kurusu özgül kütle ve genişleme) ve mekanik özellikleri (basınç direnci ve janka sertlik) ile yüzey pürüzlülüğü üzerine ısıtma işleminin etkisini araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; ısıtma işleminde uygulanan sıcaklık ve süreye bağlı olarak tüm özelliklerde bir azalmanın söz konusu olduğu, direnç değerlerindeki azalmanın yüzey pürüzlülüğü ve genişlemede meydana gelen azalmaya bağlı olarak artan boyutsal stabilite ile dengelenebileceği ve ısıtma işlem sayesinde bu türün yeni kullanım alanlarında değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Gündüz et al. 2008).

Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun fiziksel özellikleri (tam kuru özgül kütle, hava kurusu özgül kütle ve genişleme) üzerine uygulanan sıcaklığın etkisi araştırıldığı çalışma sonucunda; her iki ağaç türünde de uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak tam kuru ve hava kurusu özgül kütlelerinin azaldığı, ısıtma işleminin boyutsal stabilite üzerine olumlu etkisinin olduğu belirtilmiştir (Korkut and Bektas 2008).

Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) odununun bazı teknolojik özellikleri üzerine, ısıtma işleminin etkilerini belirlemişlerdir. Bolu Orman Bölge Müdürlüğü'nden elde edilen deney örneklerine 2, 6 ve 10 saat süre ile 120, 150 ve 180°C sıcaklıkta olmak üzere 9 varyasyonda ısıtma işlem uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; en az direnç kaybının 120°C de 2 saat ısıtma işlem uygulaması ile en fazla direnç kaybının 180°C de 10 saat ısıtma işlem uygulaması neticesinde elde edildiği, kontrol örnekleri ile

karsılaştırıldığında ısıl işlemde uygulanan sıcaklık ve sũreye bağlı olarak direnç değerlerinin değiştiği ve farklı ısıl işlem yũntemlerinin kullanılması ile ticari değeri olmayan tũrlerin daha çok kullanım yerlerinde değerlendirilebileceği belirtilmiştir (Korkut et al. 2008).

Doğu kayını, sarıçam, sapsız meşe odunlarından hazırlanan deney Ȗrneklerinin yapıştırılmasında, Desmodur-VTKA tutkalı kullanılarak; klimatize etme, soğuk suda bekletme, kaynatma ve mũnavebeli kaynatma işlemlerinden sonra çekme ve makaslama direnci deneyini test etmişlerdir. Sonuç olarak Desmodur-VTKA tutkalının kuru veya rutubetli i ve dış mekȖnlerde kullanılabileceğini tespit etmişlerdir (Ȗzifi vd, 1997).

Sarıçam, Doğu kayını ve meşe odunlarından planya, şerit ve daire testere makinelerinde işlenen deney Ȗrnekleri, PVAc tutkalı ile yapıştırılarak deney Ȗrneklerine çekme deneyi uygulanmış, sonuç olarak, sırasıyla yapışma direnci en yũksek daire, planya ve şerit testere makinelerinden elde edilen yũzeylerde; ağaç tũrũnde ise kayın, meşe ve sarıçam şeklinde olmuştur (Altınok, 1998).

Mobilya endũstrisinde kullanılan bazı masif ağaç malzeme ve levha çeşitlerinin, polivinilasetat (PVAc) ve Desmodur VTKA tutkalları kullanılarak kavela ile yaptıkları birleştirmenin dirençlerini belirlemek amacıyla, masif ağaç malzemelerden sarıçam, Doğu kayını ve sapsız meşe odunlardan hazırlanan deney Ȗrnekleri, enine ve radyal yũnde Desmodur VTKA tutkalıyla; kenarları masifli ve masifsiz, yonga levha ve lif levhalar PVAc tutkalı ile birleştirilerek çekme dirençleri Ȗlũlmũřtũr. En yũksek çekme direnci Doğu kayını odununda enine yũnde (4,403 N/mm²) ve kenarları masifli lif levhada (5,818 N/mm²) elde edilmiştir (Ȗrs vd, 1998).

Sarıçam, Doğu kayını, sapsız meşe ve yalancı akasya odunlarından toplam 320 adet deney Ȗrneęi hazırlanmıştır. Ȗrnekler 20°C, 40°C, 60°C ve 80°C' lik ortamda iki saat bekletildikten sonra TS EN 205 esaslarına gȖre çekme deneyi uygulanmıştır. Deney sonunda Termoplastik esaslı PVAc ve termoset esaslı UF tutkalları ile tutkallanmış deney Ȗrneklerinde genel olarak bekletme ortamının sıcaklık derecesi arttıķa her bir ağaç tũrũnde yapışma performansının azaldığı tespit edilmiştir. Yapışma performansı

en yüksek termoplastik esaslı PVAc tutkallı birleşmelerden meşede (11,09 N/mm²) ve daha sonra sırasıyla doğu kayınında (9,80 N/mm²), sarıçamda (9,29 N/mm²) ve yalancı akasyada (8,19 N/mm²), termoset esaslı UF tutkallılardan meşede (8,15 N/mm²) ve sırasıyla doğu kayınında (7,45 N/mm²), sarıçamda (7,05 N/mm²) ve yalancı akasyada (5,16 N/mm²) olarak tespit edilmiştir (Altınok, 2002).

Uludağ Göknarı (*Abies bormülleriana Mattf.*) ile yapılan çalışmada; 180°C'de 10 saat ısıtma işlemi uygulandığında basınç direncinde %29,41, eğilme direncinde %29,28, eğilmede elastikiyet modülünde %40,08, enine kesit janka sertliğinde %22,43, radyal kesit janka sertliğinde %23,27, teğet kesit janka sertliğinde %16,19, dinamik eğilme direncinde %39,24 ve liflere dik çekme direncinde %28,14'lük bir azalma tespit edilmiştir (Korkut, 2008).

Alt freze makinesinde işlem gören Doğu kayını (*Fagus Orientalis Lipsky*), sarıçam (*Pinus Sylvestris Lipsky*), meşe (*Quercus Borealis*) ve akasya (*Robinia Pseudoacacia*) odunlarında teğet kesitlerde radyal kesitlere göre, 4 bıçaklı rendelemede 2 bıçaklı rendelemeye göre daha düzgün yüzeyler elde edilmiştir (Gürleyen, 1998).

Diğer bir çalışmada ise 175°C ve 195°C arasında sıcaklıklara tabii tutulmuş ladin ve kayın örnekler, doğal ve yapay dış ortam koşullarına tabii tutulmuştur. Örnekler ısıtma işleminden sonra kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında dış ortam performansının daha iyi olduğu, boyutsal stabilizasyonunun daha yüksek olduğu ve önemli derecede düşük bir higroskopik özellik kazandığı belirlenmiştir. Bunun yanında ladin örneklerinin higroskopluğuna ısıtma işleminden sonra önemli derecede düşmesine rağmen, dış ortam performansı belli bir süre sonra kötüleştiği görülmüştür (Feist and Sell 1987).

Kavak (*Populus sp.*), meşe (*Quercus Borealis Lipsky*), ceviz (*Juglans regia L.*) ve Ihlamur (*Tilia perfoliata Ehrh.*) odunlarını rendelemede ve zımparalamada yüzey düzgünlüğüne, besleme hızı, kesme derinliği ve odun rutubetinin etkileri araştırılmıştır. Sonuç olarak; besleme hızı ve kesme derinliği azaldıkça daha düzgün yüzeyler elde edileceği, bu iki faktördeki artışın yüzey düzgünlüğüne olan olumsuz etkilerinin odun rutubetindeki artışla orantılı olarak artacağı bildirilmiştir. Diğer

tarafından yüzey pürüzlülüğü arttıkça makinede güç tüketimi de artmıştır (Stewart, 1975).

Kalınlık makinesinde masif ağaç malzemenin rendeleme işleminde yüzey düzgünlüğüne kesiş yönü, kesici sayısı, besleme hızı ve kesme derinliğinin etkilerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu maksatla mobilya endüstrisinde kullanılan Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) odunu tercih edilmiş ve yüzey pürüzlülük değerlerinin ölçülmesinde iğne taramalı ölçüm aleti kullanılmıştır. Deney sonuçlarına göre en düzgün yüzey 4 bıçaklı rendelemeye, 5 m/dk. besleme hızı ile 1 mm kesme derinliğinde yıllık halkalara teğet yönde elde edildiği tespit edilmiştir (Efe vd, 2003).

Uludağ Gökarnarı (*Abies bornmülleriana Mattf.*) “Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar” adlı çalışmalarında; ağaç türü, kesiş yönü, bıçak sayısı, zımpara numarası, beslenme hızı ve rutubet değişiminin yüzey pürüzlülüğüne etkilerini dokunmalı iğneli tarama yöntemine göre belirlemişlerdir. Çalışmalarının sonunda; radyal kesitte, düşük rutubet yüzdelisinde ve zımpara numarasının artırılması ile daha düzgün yüzeylerin elde edilebileceğini ifade etmişlerdir (İlter vd, 2002).

Farklı numaralı zımparalarla zımparalanmış ve poliüretan tutkalı (Desmodur VTKA) ile yapıştırılmış bazı ağaç malzemelerin yapışma dirençlerinin karşılaştırıldığı çalışmada; Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*), sarıçam (*Pinus sylvestris L.*), meşe (*Quercus borealis L.*), ceviz (*Juglans regia*) ve gül (*Rhododendron ponticum*) odunlarından hazırlanmış ve zımparalama işlemlerinde 40, 60, 120 kum zımparalar kullanılmıştır. Poliüretan (Desmodur VTKA) tutkalı ile yapıştırılan numuneler DIN 53255 ve TS EN 205 standartlarına göre statik yük altında çekme deneyine tabi tutularak yapışma dirençleri belirlenmiştir. Denemeler sonucunda, en yüksek yapışma direnci 120 kum zımpara ile zımparalanmış meşede, en düşük ise 60 kum zımpara ile zımparalanmış sarıçamda elde edilmiştir (Efe vd 2007).

Ülkemizde doğal olarak yetişen gürgen yapraklı kayacık odununun bazı mekanik özellikleri üzerine farklı sıcaklık (120°C, 150°C ve 180°C) ve sürelerde (2 saat, 6 saat ve 10 saat) uygulanan ısı işlemin etkisi incelenmiş, mekanik özelliklerden liflere

paralel çekme direnci, makaslama direnci ve yarıma direnci tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda; ısıtım işlem sıcaklık ve süresi arttıkça mekanik özelliklerinin %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak azaldığı tespit edilmiştir. Direnç değerlerinde en az azalma 120°C’de 2 saat ısıtım işlem uygulanmış örneklerde ve en fazla azalma 180°C’de 10 saat ısıtım işlem uygulanmış örneklerde gerçekleşmiştir. Isıtım işlemde uygulanan sıcaklık ve süre arttıkça tüm direnç değerlerinde azalma tespit edilmiştir (Korkut 2009).

BÖLÜM 3

MATERYAL METOT

3.1. MATERYAL

3.1.1. Ağaç Malzeme

Yapılan çalışmada, ağaç malzeme olarak; Sarıçam (*Pinus sylvestris L*), Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*), sapsız meşe (*Quercus petraeae L*) ve Uludağ göknarı (*Abies bornmülleriana M.*) odunları kullanılmıştır.

Denemede kullanılan ağaç malzeme, piyasadan “Rastgele Seçim” yöntemi ile temin edilmiştir. Temin edilen ağaç malzemeler, hava kurusu hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Daha sonra TSE - EN 205 standartlarına göre deney numuneleri hazırlanmıştır. Harmanlama işlemi kontrol grubunu ve diğer grupları temsil edecek şekilde yapılmıştır. Ağaç malzemenin budaksız, reçinesiz, büyüme kusurları bulunmayan, sağlam, düzgün lifli ve diri odun kısmı olmasına dikkat edilmiştir. Örneklerin hazırlanma işlemi Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksekokulu Uygulama Atölyesi, Ahşap Kültürünü Araştırma ve Uygulama Merkezinde gerçekleştirilmiştir.

3.1.2. Tutkal

PVAc, kokusuz, yanıcı olmayan tutkaldır. Oda sıcaklığında ve hızlı bir şekilde katılaşır. Bu tutkalın uygulanması çok kolaydır, bu tutkal makinelerde kesilmesi durumunda makinelere zarar vermez. Ancak; ısı arttıkça PVAc tutkalının mekanik özellikleri azalır. 70°C'nin üstünde yapışma direncini kaybeder. Uygun şartlarda malzemenin sadece bir yüzeyine 180 g/m² tutkal sürülür (Örs, 1987).

Numunelere TS 3891 standardına göre PVAc tutkalı uygulanmıştır. PVAc tutkalının yoğunluğu: 1,1 gr/cm³, viskozitesi: 13.000 - 17.000 mPa. s 20°C'deki pH değeri: 2,8 ± 0,1 ve kül oranı %3'dür. Pres süresi %6 - 15 rutubet derecelerinde, soğuk preste 20 dakika ve 80 °C'deki preste 2 dakika olarak tavsiye edilmektedir. Sıcak pres sürecinden sonra, malzeme normal sıcaklığa gelinceye kadar beklenilir (TS 3891, 1983).

MUF P 03 dökme tutkalı Melamin, Üre ve formaldehitin kademeli bir şekilde kondenize olmasıyla elde edilir. Görünüşü beyaz renktedir. Üretici firmanın önerisine göre, tutkal yüzeye 120 - 300 g/m² olarak uygulanır. Tutkalın viskozitesi: 20 °C'de 13.000 – 16.000 mPa. s yoğunluğu ise 20 °C'de 1.225 – 1.240 dansimetre , 20°C'deki pH değeri: 8.5 – 9.5 arasındadır. MUF tutkalının katı madde haline dönüşmesi için 2 saat 120 °C'de preslenmesi önerilmektedir (Polisan, 1996).

3.1.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Cihazı

Araştırmada dokunmalı iğneli taramalı yüzey pürüzlülük ölçümü test cihazı Mitutoyo SJ-301 kullanılmıştır. Cihaz ahşap malzemelerin yüzey pürüzlülüğü değerlerinin ölçümünde kullanılabilir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı (Mitutoyo SJ-301).

Yüzey pürüzlülüğü ölçme aletinde ana gövde içinde bir sürücü bulunmaktadır. İğne uç parçası bu sürücü üzerine monte edilmektedir. Sürücünün ilerleme hızı, ölçüm

sırasında 0,5 mm/s, dönüş sırasında 1 mm/s'dir. Ölçme hassasiyetinin devamlılığı için, her 100 ölçüm sonunda, cihaza ait kalibrasyon levhasında kontrol ölçümleri yapılmıştır.

3.1.4. Deney örneklerinin hazırlanması

Kaba halde kesilen örneklerin hava kurusu hale gelmesi için örnekler $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta $\% 65 \pm 5$ bağıl nemde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. TS 2471'e göre rutubetleri $\%12\pm0.5$ olarak belirlenmiştir. Hava kurusu hale gelen numuneler daire testere makinesinde 20x45x750 mm boyutlarına getirilmiştir. Taslaklar radyal ve teğet yönde, 8m/dk ve 16m/dk sevk hızlarında biçilmek üzere dört gruba ayrılmıştır. Numunelerin her iki yüzü devir hızı 4200 devir/dk olan ve özellikleri Çizelge 2.1'de verilen kalınlık makinesinde rendeleme işlemine tabi tutulmuştur. Örneklerin hazırlanmasında ASTM-D 1666-87 esaslarına uyulmuştur. Deney süresince talaş derinliği 2 mm olarak sabit tutulmuştur.

Kalınlık makinesinde rendelenen örnekler daire testere makinesinde 16x45x350 mm ebatlarına getirilmiştir. Ağaç türü, kesme yönü, sıcaklık, süre ve sevk hızı için 5'er adet olmak üzere toplam 640 (4x2x4x2x2x5) adet deney örneği hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yüzey pürüzlülükleri ölçülerek farklı sıcaklıklarda ısıl işleme tabi tutulmuştur. Isıl işlem sonrası yüzey pürüzlülük değerleri tekrar ölçülerek yüzey pürüzlülüklerindeki değişim incelenmiştir. Daha sonra örneklerin kalınlıkları yarıya düşürülerek 5x45x350mm ebatlarında papeller elde edilmiş ve ısıl işlem gören dış yüzeyleri PVAc ve MUF tutkallarıyla tutkallanarak yapıştırılmıştır. Deney örnekleri TS EN 205 standartlarına göre 10x20x150 mm ebatlarında net ölçülerde hazırlanarak yapışma direnci değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 3.1. Otomatik – manuel kalınlık makinesi özellikleri.

OTOMATİK / MANUEL KALINLIK MAKİNESİ	
TEKNİK ÖZELLİKLERİ	
Max. çalışma yüksekliği	500 mm
Max. çalışma kalınlığı	250 mm
Kundak mili devri	4200 devir/dk.
Bıçak adedi	4
Plaka ölçüsü	500 – 830 mm
Sevk hızı	8 – 16 m/dk
Plaka hareketi (otomatik)	300 mm/dk
Genel ölçüler	1120x1045x830
Net ağırlık	690 kg

3.2. METOT

3.2.1. Sıcaklık Uygulaması

Deney örnekleri $103 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta ağırlığı sabit oluncaya kadar etüvde kurutularak bu haldeki ağırlıkları 0,001 g hassas teraziyle ölçülmüştür. Örnek boyutları 0,01 mm. duyarlıkta bir dijital kumpasla belirlenerek tam kuru ağırlık değerleri tespit edilmiştir. Isıl işlem uygulaması her dört ağaç türü için üç ayrı sıcaklık ve iki ayrı süre kombinasyonu ile toplam 24 varyasyonda çalışmalar yapılmıştır.

3.2.2. Hava Kuru Özgül Kütle

Hava kuru özgül kütlenin belirlenmesi için 20x10x150 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Örneklerin rutubetleri TS 2471, özgül kütleleri TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir (TS 2471, 1976; TS 2472, 1976). Buna göre; deney örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklık ve $\% 65 \pm 3$ bağıl nem şartlarında yaklaşık olarak 2 - 3 ay süre ile bekletilerek değişmez ağırlığa ve boyutsal stabiliteye ulaştıktan sonra 0,001 g duyarlıklı analitik terazide tartılmış, boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı kumpas ile ölçülerek hacimleri belirlendikten sonra hava kuru haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim

(V_{12}) değerine göre hava kurusu özgül kütle (δ_{12}); değerleri aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\delta_{12} = M_{12} / V_{12} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (3.1)$$

3.2.3. Tam Kuru Özgül Kütle

Tam kuru özgül kütlenin belirlenmesi için 20x10x150 boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Özgül kütlelerin belirlenmesi için TS 2472 esaslarına uyulmuştur. Tam kuru özgül kütle (δ_0) tayini için, örnekler etüv'de 103 ± 2 °C sıcaklık derecesinde ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar kurutulmuştur. Tam kuru hale gelen örnekler, kurutma fırınından alınarak 0,001 g duyarlıklı elektronik terazide tartılmıştır. Örneklerin boyutları $\pm 0,01$ mm duyarlıklı dijital kumpas ile ölçülerek hacimleri hesaplandıktan sonra tam kuru özgül kütleleri (δ_0), tam kuru ağırlık (M_0) ve hacim (V_0) değerlerine göre; aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır

$$\delta_0 = M_0 / V_0 \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (3.2)$$

3.2.4. Yüzey Pürüzlülüğü

Yüzey pürüzlülüğü ölçümleri, TS 971, TS 930 ve TS 6959'da belirtildiği gibi, ardışık profil değişimini ölçebilen dokunmalı (iğneli) yüzey pürüzlülüğü ölçme cihazı (Mitutoyo SJ301) kullanılarak liflere dik yönde yapılmıştır. Pürüzlülük ölçümünde iğne tarama uzunluğu 4mm, tarama hızı 0,5 mm/sn olarak seçilmiştir. Sıcaklık uygulaması öncesinde ve sonrasında örneklerden her biri için 10 ar adet ölçüm alınarak ortalama yüzey pürüzlülüğü (R_a) ve en büyük pürüzlülük (R_y) değerleri tespit edilmiştir. Böylelikle sıcaklık uygulamasının, yüzey pürüzlülüğüne etkisi belirlenmiştir.

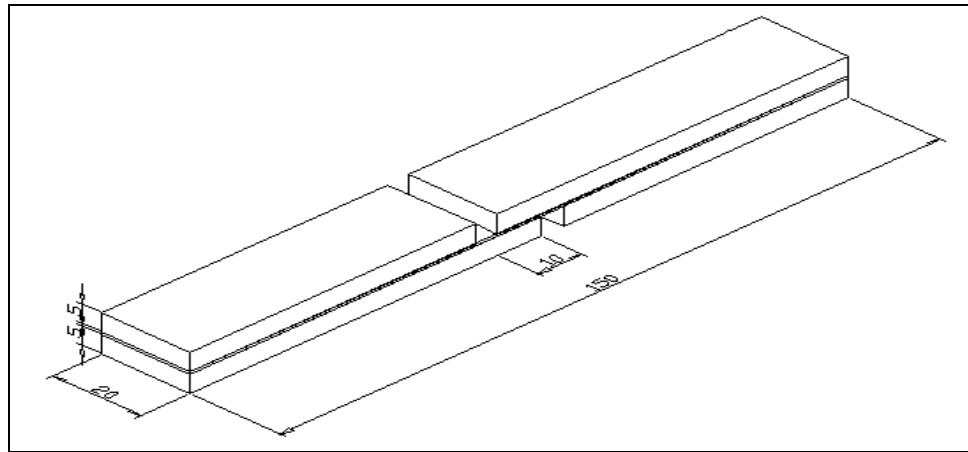
3.2.5. Mekanik özellikler

3.2.5.1. Yapışma Direnci

PVAc ve Melamin Üre Formaldehit tutkalları yüzeylere 180 g/m² hesabıyla sürülmüştür. Tutkal çeşidine göre, üretici firma tarafından belirtilen sıcaklık, basınç ve süre değerlerine göre ağaç malzemeler presleme konumunda yerleştirildikten sonra yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. TS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre parça kalınlığı 5 mm olacak şekilde, 10x20x150 mm ebatlarında net ölçülerde hazırlanmıştır (Şekil 3. 2). Tutkal türü, sıcaklık, bekletme süresi, kesit, sevk hızı, tekerrür ve ağaç türüne göre her grubu temsil edecek şekilde (2x4x2x2x2x10x4) 2560 adet örnek hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yapışma yüzeyine 5 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak Üniversal test cihazı ile (Şekil 3. 3) tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır.

Kopma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y); $A = a \times b =$ yapışma yüzey alanı (mm²) dir. Yapışma direnci aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır.

$$\sigma_y = \frac{F \max}{A} = N / mm^2 \quad (3.3)$$



Şekil 3.2. TS EN 205 standardında belirlenen esaslara göre hazırlanmış deney örneği



Şekil 3.3. Üniversal test cihazında yapışma direnci deneyi

3.2.6. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

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

BÖLÜM 4

BULGULAR

4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR

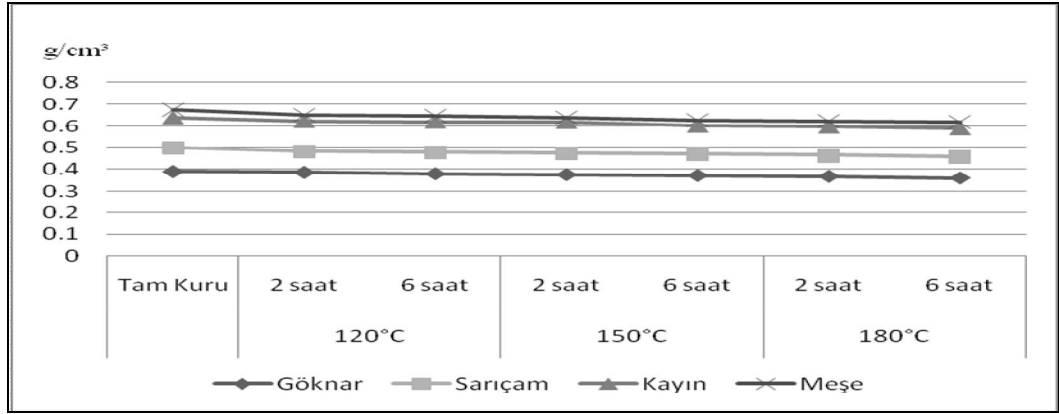
4.1.1. Özgül kütle

Sarıçam, Uludağ göknarı, sapsız meşe ve Doğu kayını masif ağaç malzemelerine ait tam kuru ve hava kurusu özgül kütlelerine ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.1’de, özgül kütlelerine ilişkin grafik Şekil 4.1 ’de, çoklu varyans analizine ilişkin bilgiler Çizelge 4.2’de, Duncan testine ait sonuçlar ise Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Özgül kütlelere ilişkin istatistiksel ortalamalar (g/cm³).

Ağaç Türü	Tam Kuru	120°C		150°C		180°C	
		2 saat	6 saat	2 saat	6 saat	2 saat	6 saat
Göknar	0,391	0,387	0,381	0,377	0,373	0,369	0,361
Sarıçam	0,498	0,482	0,478	0,475	0,471	0,464	0,458
Kayın	0,64	0,623	0,62	0,619	0,601	0,597	0,589
Meşe	0,675	0,651	0,646	0,638	0,627	0,621	0,617

Özgül kütle ortalamaları incelendiğinde en düşük özgül kütle değeri 180°C de 6 saat bekletilen Uludağ göknar’ı odununda (0,361gr/cm³), en yüksek özgül kütle değeri ise hava kurusu özgül kütledeki sapsız meşe odununda (0,713gr/cm³) bulunmuştur. Özgül kütlelere ilişkin grafik şekil 4.1 de verilmiştir.



Şekil 4.1. Özgül kütlelere ait grafik

Sıcaklık ve süre arttıkça özgül kütleler tüm ağaç türünde azalmıştır, özgül kütle değerleri en yüksek sapsız meşe’de, en düşük Uludağ göknar’ında tespit edilmiştir.

Çizelge 4.2. Özgül kütlelere ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P ≤ 0,05)
Düzeltilmiş Model	2,72	19	0,14	277,3	0,00
Sabit Terim	56,42	1	56,42	109243,1	0,00
A	2,52	3	0,84	1627,89	0,00
B	0,19	4	4,89	94,83	0,00
A - B	3,7	12	3,08	0,597	0,842
Hata	9,29	180	5,16		
Toplam	59,23	200			
Düzeltilmiş Toplam	2,81	199			

A: Ağaç türü, B: Özgül kütle değerleri

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre ağaç türü ve özgül kütle değerleri $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı, ikili etkileşimleri ise $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamsız bulunmuştur.

Çizelge 4.3. Özgül kütlelere ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	ORTALAMA (g/cm³)	HOMOJENLİK GURUBU
GÖKNAR	0,38	A
ÇAM	0,48	B
KAYIN	0,62	C
MEŞE	0,65	D

Özgül kütle değerlerine göre tüm ağaç türlerinin farklı homojenlik gruplarında olduğu tespit edilmiştir.

4.1.2. Yüzey Pürüzlülüğü

Deney örneklerinin yüzey pürüzlülüklerine ilişkin sonuçlar çizelge 4.4 de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Yüzey pürüzlülüklerine ilişkin istatistiksel ortalamalar (μm)

Kesit	Sevk	Stire	Gök nar			Sarı çam			Kayın			Meşe					
			Sıcaklık	İşlem	(Ra)	ST	(Ry)	(Ra)	ST	(Ry)	(Ra)	ST	(Ry)	(Ra)	ST	(Ry)	
Radyal	8 m/dk	2	kontrol		3,67	0,27	21,35	4,32	0,33	26,19	5,98	0,88	36,26	7,44	0,59	45,13	
			120°C	iö	3,58	0,32	22,40	4,35	0,40	25,64	5,40	0,45	33,04	6,42	0,98	39,29	
				is	3,34	0,23	19,90	4,06	0,32	25,09	5,02	0,37	31,06	5,99	1,10	37,04	
			150°C	iö	3,62	0,23	23,26	4,13	0,49	25,82	5,17	0,68	32,29	6,80	0,46	42,46	
				is	3,27	0,18	20,28	3,77	0,46	23,80	4,76	0,42	30,01	6,19	1,01	39,03	
			180°C	iö	3,55	0,21	20,98	4,22	0,29	26,87	5,74	0,96	36,54	7,72	0,73	46,15	
		is		3,17	0,30	20,87	3,78	0,37	24,30	5,12	0,67	32,92	6,62	1,02	42,52		
		6	kontrol		3,54	0,32	21,24	4,37	0,38	28,36	5,87	0,69	38,03	8,16	0,67	49,93	
			120°C	iö	3,59	0,21	25,20	4,01	0,66	26,23	5,24	0,55	34,30	7,01	1,88	45,88	
				is	3,26	0,25	22,69	3,70	0,31	24,47	4,97	0,68	32,80	6,61	1,55	43,63	
			150°C	iö	3,67	0,27	25,35	3,97	0,66	26,46	5,31	0,60	35,37	6,89	0,78	45,90	
				is	3,21	0,22	22,40	3,59	0,32	24,17	4,86	0,16	32,68	6,25	0,98	42,04	
			180°C	iö	3,63	0,32	29,50	3,87	0,36	26,29	5,40	0,42	36,63	7,48	1,32	50,75	
		is		3,06	0,33	31,33	3,44	0,33	23,53	4,86	0,26	33,24	6,17	1,45	42,21		
		16 m/dk	2	kontrol		3,94	0,42	28,80	4,90	0,62	33,81	6,19	0,68	42,74	8,39	0,86	53,91
				120°C	iö	3,83	0,54	36,54	4,15	0,65	28,89	5,58	0,77	38,87	8,34	0,90	55,08
					is	3,58	0,35	32,91	3,82	0,59	26,86	5,27	0,90	37,03	7,78	1,42	54,62
				150°C	iö	3,89	0,44	34,59	5,58	0,51	39,54	4,95	0,66	35,07	7,12	1,69	50,44
					is	3,53	0,31	30,37	5,12	1,08	36,59	4,62	0,47	33,03	6,32	1,79	45,13
				180°C	iö	4,04	0,29	33,27	4,71	0,72	33,96	5,77	0,75	41,55	9,01	0,68	61,87
			is		3,51	0,33	32,46	4,20	0,58	30,52	5,23	0,68	37,97	7,85	0,42	57,02	
			6	kontrol		4,65	0,28	29,84	4,90	0,62	35,86	5,85	0,74	42,82	9,49	1,30	62,47
				120°C	iö	4,04	0,63	37,73	4,44	0,72	32,83	5,63	0,70	41,56	8,03	1,38	59,28
					is	3,75	0,38	33,94	4,08	0,38	30,38	5,21	0,44	38,82	7,40	1,42	55,10
	150°C			iö	3,96	0,29	34,20	4,92	0,51	36,96	5,94	1,21	44,56	7,06	1,41	52,98	
				is	3,55	0,31	30,06	4,46	0,99	33,77	5,44	0,72	41,15	6,34	1,11	47,96	
	180°C	iö		4,07	0,38	35,76	5,01	0,34	38,22	6,55	0,97	46,94	9,05	0,78	61,92		
		is	3,35	0,33	35,28	4,40	0,38	33,84	5,81	0,68	44,68	7,90	1,10	60,67			
	Teğet	8 m/dk	2	kontrol		3,11	0,55	31,22	3,60	0,45	27,87	5,06	0,61	39,21	6,00	0,86	46,47
				120°C	iö	3,91	0,75	36,35	3,63	0,30	28,32	5,05	0,84	39,45	6,91	2,29	53,96
					is	3,48	0,28	31,56	3,30	0,25	25,96	4,67	0,79	36,74	6,36	2,91	50,05
				150°C	iö	3,58	0,87	35,54	3,73	0,38	29,54	4,59	1,28	36,42	7,83	2,19	57,04
					is	3,12	0,41	35,34	3,32	0,29	26,52	4,15	0,63	33,14	6,87	1,59	54,88
				180°C	iö	3,58	0,54	35,70	3,65	0,41	29,36	4,42	0,34	35,53	7,18	0,40	57,75
			is		3,06	0,39	34,66	3,20	0,25	25,93	3,95	0,49	32,01	6,07	0,98	51,19	
			6	kontrol		3,11	0,55	34,69	3,88	0,67	31,70	5,06	0,61	41,33	5,94	1,79	48,48
				120°C	iö	3,33	0,40	38,62	4,34	0,43	35,69	5,06	0,58	41,65	6,88	2,36	56,59
					is	3,03	0,39	34,01	3,89	0,49	32,26	4,68	0,40	38,76	6,53	1,80	54,14
				150°C	iö	3,53	0,27	34,64	4,37	0,61	36,47	5,29	0,47	44,11	6,87	1,57	57,31
					is	3,12	0,22	33,75	3,86	0,60	32,45	4,86	0,17	40,88	6,10	1,56	51,24
		180°C		iö	3,43	0,61	38,70	4,35	0,52	36,87	5,32	0,61	45,08	7,17	1,80	60,65	
			is	2,97	0,31	35,56	3,78	0,65	32,23	4,77	0,40	40,69	6,16	1,54	52,57		
		16 m/dk	2	kontrol		3,85	0,63	34,38	4,06	1,21	34,90	5,48	0,58	47,01	7,28	0,97	62,55
				120°C	iö	4,01	0,31	35,77	4,50	0,37	38,90	5,40	0,58	46,67	7,72	1,22	66,72
					is	3,63	0,40	31,10	4,19	0,41	36,51	4,93	0,29	42,95	7,30	0,96	63,50
				150°C	iö	4,52	0,31	33,73	4,09	0,27	35,87	5,83	0,74	51,14	8,06	1,90	62,69
					is	4,00	0,40	32,59	3,69	0,34	32,60	5,28	0,85	46,64	7,27	1,24	64,13
				180°C	iö	4,14	0,19	39,67	4,91	0,52	43,63	5,55	0,80	49,28	7,88	2,59	65,04
is			3,57		0,39	37,16	4,28	0,79	38,29	4,94	0,72	44,16	6,72	1,96	60,08		
6			kontrol		3,85	0,63	33,11	4,48	0,84	40,34	5,48	0,58	49,32	7,46	1,57	67,22	
			120°C	iö	3,69	0,38	33,05	4,40	0,79	39,90	5,40	0,64	48,98	7,75	0,72	64,21	
				is	3,34	0,80	28,78	4,08	0,63	37,28	5,07	0,36	46,28	7,05	1,69	64,32	
	150°C		iö	4,15	0,96	32,02	4,78	1,51	43,88	5,27	0,69	48,41	7,94	1,52	66,89		
			is	3,67	0,43	33,16	4,25	0,84	39,35	4,84	0,71	44,76	7,08	0,74	65,44		
	180°C	iö	3,64	0,25	29,08	5,08	0,83	47,26	5,14	0,95	47,88	7,98	1,74	64,28			
is		3,15	0,21	33,55	4,38	0,73	41,08	4,58	0,30	42,95	6,77	1,28	63,43				

ST: Standart sapma, iö: işlem öncesi, is: işlem sonrası.

Pürüzlülük değerlerinin en yüksek sapsız meşe odununda 9,491 µm en düşük Uludağ göknar'ında 2,977 µm olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5. Pürüzlülüklere ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P ≤ 0,05)
Düzeltilmiş Model	5757,56	246	23,40	31,191	0,000
Sabit Terim	66126,98	1	66126,98	88125,833	0,000
A	4871,56	3	1623,85	2164,071	0,000
B	71,30	1	71,30	95,032	0,000
C	232,61	1	232,61	309,998	0,000
D	2,26	1	2,26	3,021	0,082
E	42,24	3	14,08	18,765	0,000
F	102,75	1	102,75	136,936	0,000
A + B	13,04	3	4,34	5,795	0,001
A + C	32,44	3	10,81	14,414	0,000
B + C	2,24	1	2,24	0,030	0,863
A + B + C	2,30	3	0,770	1,026	0,380
A + D	4,01	3	1,338	1,783	0,148
B + D	0,16	1	0,161	0,215	0,643
A + B + D	19,03	3	6,345	8,455	0,000
C + D	1,56	1	1,56	0,000	1,000
A + C + D	0,87	3	0,29	0,388	0,761
B + C + D	6,04	1	6,04	8,056	0,005
A + B + C + D	8,23	3	2,74	3,660	0,012
A + E	27,35	9	3,04	4,051	0,000
B + E	77,90	3	25,96	34,609	0,000
A + B + E	68,34	9	7,59	10,120	0,000
C + E	5,56	3	1,85	2,471	0,060
A + C + E	23,44	9	2,60	3,471	0,000
B + C + E	3,23	3	1,07	1,436	0,230
A + B + C + E	19,71	9	2,19	2,919	0,002
D + E	3,03	3	1,01	1,347	0,257
A + D + E	15,66	9	1,74	2,319	0,014
B + D + E	1,41	3	0,47	0,630	0,596
A + B + D + E	11,18	9	1,24	1,656	0,094
C + D + E	1,52	3	0,50	0,677	0,566
A + C + D + E	7,39	9	0,82	1,095	0,363
B + C + D + E	4,95	3	1,65	2,199	0,086
A + B + C + D + E	17,56	9	1,95	2,601	0,005
A + F	9,10	3	3,03	4,042	0,007
B + F	9,92	1	9,92	0,132	0,716
A + B + F	2,25	3	7,50	0,010	0,999
C + F	0,251	1	0,25	0,335	0,563
A + C + F	2,43	3	8,12	0,011	0,998
B + C + F	5,58	1	5,58	0,007	0,931
A + B + C + F	2,08	3	6,96	0,009	0,999
D + F	5,20	1	5,20	0,069	0,792
A + D + F	3,95	3	1,32	0,018	0,997
B + D + F	9,40	1	9,40	0,125	0,723
A + B + D + F	0,170	3	5,68	0,076	0,973
C + D + F	2,69	1	2,69	0,036	0,850
A + C + D + F	4,51	3	1,50	0,020	0,996
B + C + D + F	3,60	1	3,60	0,000	0,983
A + B + C + D + F	0,36	3	0,12	0,161	0,923
E + F	42,45	3	14,15	18,859	0,000
A + E + F	5,99	9	0,66	0,888	0,535
B + E + F	0,22	3	7,52	0,100	0,960
A + B + E + F	0,257	9	2,85	0,038	1,000
C + E + F	0,144	3	4,79	0,064	0,979
A + C + E + F	0,197	9	2,19	0,029	1,000
B + C + E + F	3,51	3	1,17	0,016	0,997
A + B + C + E + F	0,23	9	2,56	0,034	1,000
D + E + F	6,33	3	2,11	0,028	0,994
A + D + E + F	6,22	9	6,92	0,009	1,000

Çizelge 4.5. (devam ediyor)

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P ≤ 0,05)
B + D + E + F	4,79	3	1,60	0,021	0,996
A + B + D + E + F	0,12	9	1,39	0,019	1,000
C + D + E + F	3,63	3	1,21	0,016	0,997
A + C + D + E + F	0,13	9	1,44	0,019	1,000
B + C + D + E + F	1,67	3	5,59	0,007	0,999
Hata	1735,60	2313	0,75	-	-
Toplam	73620,15	2560	-	-	-
Düzeltilmiş Toplam	7493,17	2559	-	-	-

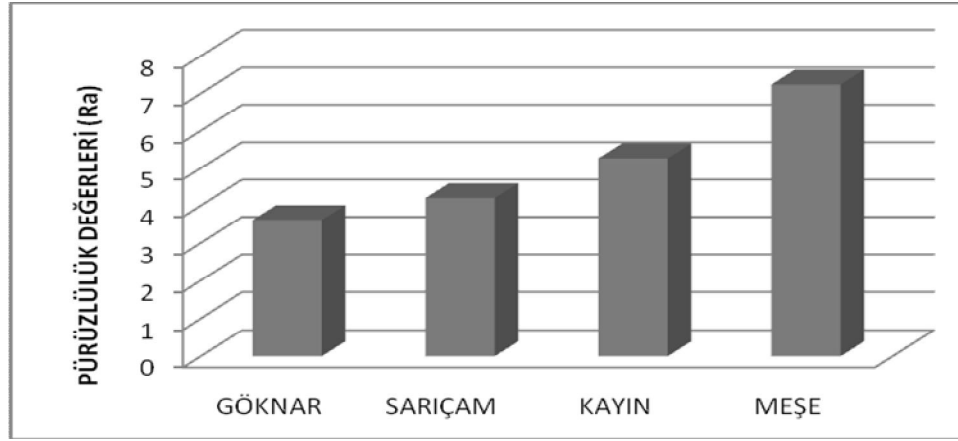
A: Ağaç, B: Kesit, C: Sevk, D: Süre, E: Sıcaklık, F: İşlem (sıcaklık öncesi ve sonrası)

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, ağaç türü, kesit, sevk, sıcaklık, işlem öncesi ve sonrası değerleri, Ağaç + Kesit, Ağaç + Sevk, Ağaç + Kesit + Süre, Kesit + Sevk + Süre, Ağaç + Sıcaklık, Kesit + Sıcaklık, Ağaç + Kesit + Sıcaklık, Ağaç + Sevk + Sıcaklık, Ağaç + Kesit + Sevk + Sıcaklık, Ağaç + Süre + Sıcaklık, Ağaç + Kesit + Sevk + Süre + Sıcaklık, Ağaç + İşlem öncesi ve sonrası, pürüzlülük değerleri $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunurken; süre ve diğer kombinasyonlar ise $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamsız bulunmuştur. Ağaç türlerine göre ortalama pürüzlülük değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Pürüzlülüklere ilişkin Duncan testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	ORTALAMA (Ra)	HOMOJENLİK GURUBU
GÖKNAR	3,61	A
SARIÇAM	4,20	B
KAYIN	5,26	C
MEŞE	7,24	D

Pürüzlülük değerlerinin her ağaç türünde farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türlerine göre pürüzlülük değerleri grafiği Şekil 4.2 de verilmiştir.



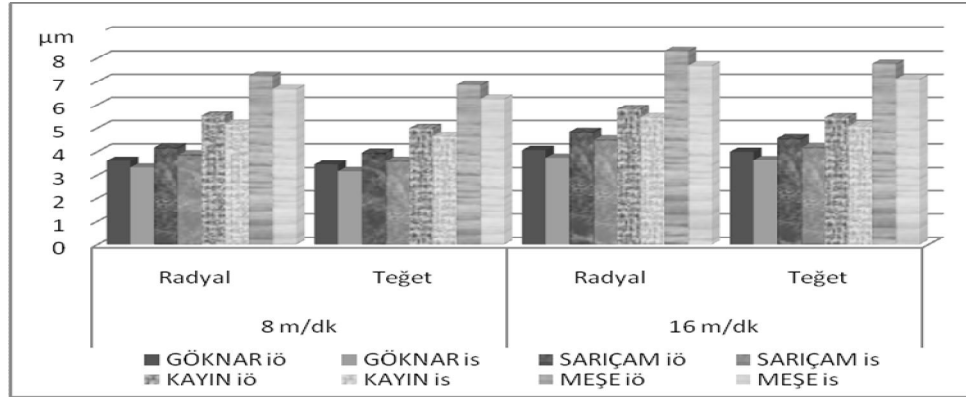
Şekil 4.2. Ağaç türlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri

% 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçlarında ortalama en düşük değer Uludağ göknar'ında (3,61 μm), en yüksek sapsız meşe odununda (7,24 μm) bulunmuştur. Isıl işlemin ağaç türlerine ve kesitlere göre yüzey pürüzlülük değerlerine etkisi Çizelge 4.7 de gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Isıl işlem öncesi ve sonrası ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

		GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
		iö	is	iö	is	iö	is	iö	is
8 m/dk	Radyal	3,61	3,32	4,16	3,88	5,52	5,18	7,25	6,68
	Teğet	3,45	3,16	3,95	3,61	4,99	4,65	6,85	6,26
16 m/dk	Radyal	4,06	3,74	4,83	4,49	5,81	5,46	8,31	7,69
	Teğet	3,99	3,64	4,54	4,18	5,45	5,08	7,76	7,12
iö: işlem öncesi. is: işlem sonrası									

Ağaç türlerinin tamamında ısıl işlem sonrası yüzey pürüzlülük değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. En yüksek değer ısıl işlem öncesi 16 m/dk sevk hızında radyal yönde işlenmiş sapsız meşe odununda 8,31 μm , en düşük 8 m/dk sevk hızında teğet yönde Uludağ göknar'ında ısıl işlem sonrası 3,16 μm elde edilmiştir. Buna ait grafik Şekil 4.3'de verilmiştir



Şekil 4.3. Ağaç türlerine ait ısıl işlem öncesi ve sonrası ortalama pürüzlülük değerleri

Isıl işlem sonrası tüm ağaç türlerinde, radyal ve teğet kesitlerde pürüzlülük değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Radyal yöndeki pürüzlülük değerlerinin teğet yönden daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sıcaklık farkına göre ortalama pürüzlülük değerlerine ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiştir

Çizelge 4.8. Sıcaklık farkına göre ortalama pürüzlülük değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

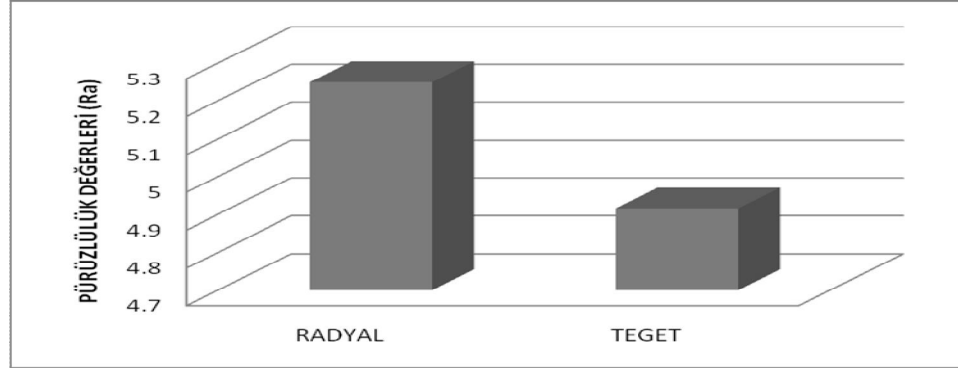
SICAKLIK FARKI	ORTALAMA (N/mm ²)	HOMOJENLİK GURUBU
KONTROL	5,296	A
120°C	5,067	B
150°C	4,988	B
180°C	4,976	B

Sıcaklık değerleri arttıkça pürüzlülük değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Kontrol grubu ile sıcaklık uygulanan numunelerin farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir. 120 – 150 ve 180 °C lerdeki yüzey pürüzlülüklerinin aynı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir. Kesitlere ilişkin pürüzlülük değerleri Çizelge 4.9 ve Şekil 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Kesitlere ilişkin ortalama pürüzlülük değerleri (µm)

KESİT	ORTALAMALAR (Ra)	STANDART SAPMA
RADYAL	5,24	1,72
TEGET	4,91	1,68

Ağaç malzeme türüne göre en az yüzey pürüzlülüğü teğet yönde 4,91 μm en fazla radyal yönde 5,24 μm bulunmuştur.



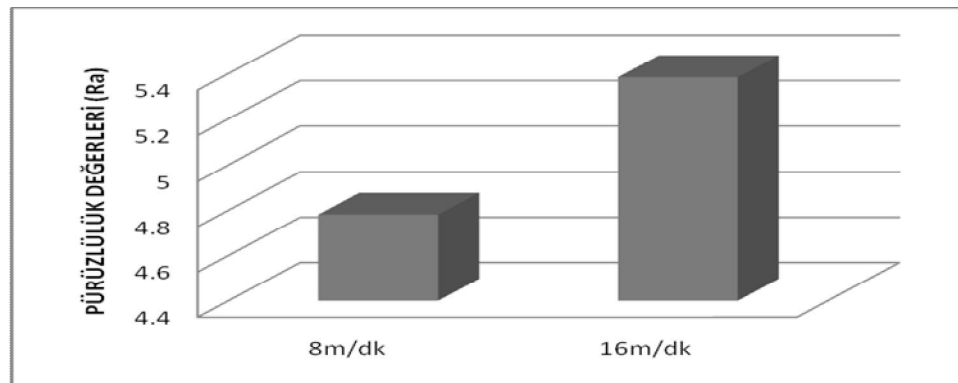
Şekil 4.4. Kesme yönlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri

Radyal ve teğet yönde yapılan kesimler sonucunda elde edilen istatistiksel değerlere göre ölçülen pürüzlülük değerlerinin teğet yöne göre daha pürüzlü olduğu tespit edilmiştir. Yüzey pürüzlülüğüne sevk hızının etkisi Çizelge 4.10 ve Şekil 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.10. Sevk hızına göre ortalama pürüzlülük değerleri (μm)

SEVK HIZI	ORTALAMA (Ra)	STANDART SAPMA
8 m/dk	4,7810	1,5963
16 m/dk	5,3838	1,7687

Sevk hızı 8 m/dk. olan parçaların yüzey pürüzlülük değerleri sevk hızı 16 m/dk. olan parçalara göre daha az bulunmuştur.



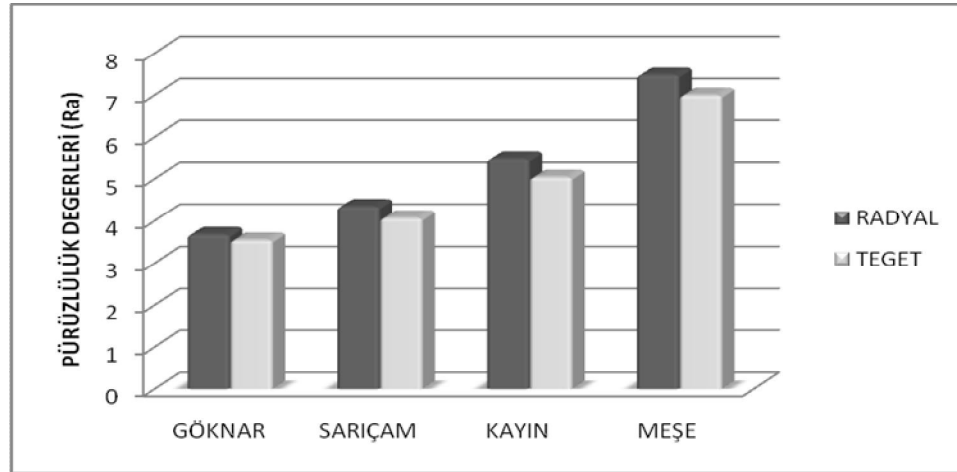
Şekil 4.5. Kesme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri

Sevk hızının 8m/dk ve 16 m/dk olarak alındığı kesme işlemleri sonucu elde edilen istatistiksel sonuçlara göre sevk hızı arttıkça değerlerin de arttığı tespit edilmiştir. Ağaç türü ve kesme yönünün pürüzlülüğe etkisi Çizelge 4.11 ve Şekil 4.6 da verilmiştir.

Çizelge 4.11. Ağaç türü ve kesme yönüne ilişkin ikili karşılaştırma değerleri (μm)

	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
RADYAL	3,681	0,482	4,341	0,718	5,492	0,811	7,482	1,460
TEGET	3,551	0,627	4,069	0,789	5,042	0,739	6,998	1,687

Yüzey pürüzlülüğü en fazla sapsız meşe odununda radyal yönde 7,482 μm , en düşük Uludağ göknar'ında teğet yönde 3,551 μm bulunmuştur.



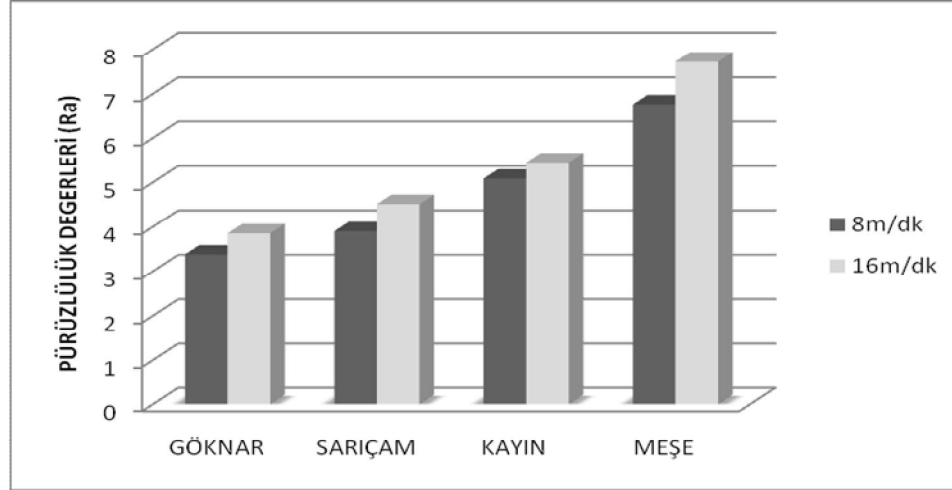
Şekil 4.6. Kesme yönlerine ait ortalama pürüzlülük değerleri

Kesme yönlerine göre en az pürüzlülük değeri Uludağ Göknar'ı odununun teğet kesitinde, en fazla meşe odununun radyal kesitinde elde edilmiştir. Ağaç türü ve sevk hızının pürüzlülüğe etkisi Çizelge 4.12 ve Şekil 4.7 de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Ağaç türü ve sevk hızına ilişkin ikili karşılaştırma değerleri (μm)

	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
8m/dk	3,378	0,463	3,899	0,551	5,085	0,767	6,759	1,528
16m/dk	3,853	0,554	4,511	0,826	5,448	0,807	7,721	1,768

Yüzey pürüzlülüğü en az 8m/dk. sevk hızında Uludağ göknar'ında 3,378 µm en fazla 16m/dk. sevk hızında sapsız meşe odununda 7,721 µm belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Kesme hızlarına ait ortalama pürüzlülük değerleri

Sevk hızı arttıkça tüm ağaç türlerinde ölçülen yüzey pürüzlülük değerlerinde artış olduğu tespit edilmiştir. En az pürüzlülük değeri Uludağ göknar'ı odununun 8m/dk lık sevk hızında, en fazla sapsız meşe odununun 16m/dk lık sevk hızı ile kesiminde bulunmuştur

4.2. YAPIŞMA DİRENCİ DEĞERLERİ

Deney örneklerin çeşitli faktörlere göre yapışma direnci ortalama değerleri çizelge 4.13'de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14 de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Yapışma değerlerine ilişkin istatistiksel ortalamalar

Kesit	Sevk	Süre	Sıcaklık	Tutkal	Çam		Göknar		Kayın		Meşe	
					X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
Radyal	8 m/dk	2	kontrol	MÜF	7,382	1,302	6,73	0,669	10,014	1,531	12,54	1,170
				PVAc	12,468	1,025	10,59	0,689	15,712	0,515	19,972	1,833
			120°C	MÜF	6,328	0,966	6,36	0,179	9,83	0,968	10,848	2,111
				PVAc	12,164	1,908	9,674	0,274	15,884	0,572	17,508	3,243
			150°C	MÜF	5,796	0,995	6,96	2,600	9,204	0,496	10,22	0,952
				PVAc	10,734	0,867	9,116	1,630	14,482	0,623	15,524	0,514
		180°C	MÜF	5,53	0,241	5,644	0,772	8,15	0,661	7,608	0,595	
			PVAc	9,06	0,516	8,494	0,518	14,882	0,578	14,556	0,466	
		6	Kontrol	MÜF	7,382	1,302	6,73	0,669	9,994	1,512	12,54	1,170
				PVAc	12,468	1,025	10,354	0,622	16,194	0,567	19,972	1,833
			120°C	MÜF	7,198	1,712	6,396	0,327	9,334	0,710	10,126	0,827
				PVAc	12,866	2,174	9,608	0,892	16,172	0,864	15,676	1,622
	150°C		MÜF	5,886	1,268	5,536	1,022	8,688	0,519	9,02	0,692	
			PVAc	8,106	0,658	8,666	0,873	15,802	0,687	14,642	0,991	
	180°C	MÜF	5,276	1,004	5,77	0,664	8,32	0,895	7,388	0,680		
		PVAc	7,882	0,447	8,084	2,059	15,126	0,323	14,18	0,551		
	16 m/dk	2	Kontrol	MÜF	7,056	0,598	6,578	0,511	9,308	0,225	10,816	1,343
				PVAc	11,696	1,203	9,888	0,811	15,398	0,216	17,126	0,843
			120°C	MÜF	6,8	2,064	6,116	0,150	9,178	0,853	9,972	0,859
				PVAc	11,466	1,443	9,14	1,537	15,178	0,370	14,552	0,965
			150°C	MÜF	6,934	1,177	6,162	0,920	8,836	0,387	9,61	0,822
				PVAc	9,724	1,065	9,03	0,381	14,564	1,205	14,842	1,144
		180°C	MÜF	5,28	0,488	5,562	0,736	8,458	0,402	7,624	0,546	
			PVAc	8,406	0,631	8,136	0,771	15,11	0,211	14,794	0,573	
6		Kontrol	MÜF	7,056	0,598	6,578	0,511	9,29	0,227	10,816	1,343	
			PVAc	11,696	1,203	9,652	1,043	15,322	0,110	17,126	0,843	
		120°C	MÜF	6,64	1,231	6,352	1,219	8,77	0,664	8,844	0,288	
			PVAc	12,308	1,817	9,634	0,951	14,966	0,462	14,106	1,109	
	150°C	MÜF	6,628	1,349	5,378	0,224	8,938	1,100	8,876	1,328		
		PVAc	10,294	1,846	8,3	0,500	14,892	0,898	14,934	1,491		
180°C	MÜF	5,906	1,189	5,788	0,546	8,078	0,297	7,268	0,402			
	PVAc	8,97	0,994	8,186	0,599	15,08	0,402	14,608	0,667			
Teget	8 m/dk	2	Kontrol	MÜF	7,754	1,035	7,092	0,466	11,298	1,283	11,91	1,219
				PVAc	13,95	0,445	10,752	0,262	17,51	1,981	18,186	1,235
			120°C	MÜF	7,21	1,339	6,944	0,618	9,676	0,536	10,27	0,776
				PVAc	12,166	2,645	9,398	0,416	16,182	1,098	20,06	1,359
			150°C	MÜF	6,882	0,952	6,502	1,190	8,908	1,102	8,574	0,741
				PVAc	10,572	1,556	9,524	0,504	15,934	1,090	17,614	1,033
		180°C	MÜF	6,032	0,404	6,27	0,556	8,106	0,423	8,364	0,290	
			PVAc	10,174	0,800	8,452	0,679	14,238	0,664	15,776	0,798	
		6	Kontrol	MÜF	7,754	1,035	7,092	0,466	11,298	1,283	11,93	0,701
				PVAc	13,95	0,445	10,752	0,262	17,51	1,981	18,662	0,882
			120°C	MÜF	7,768	2,092	6,618	0,239	9,846	0,636	9,784	0,519
				PVAc	11,21	2,272	9,684	0,705	16,428	1,530	18,91	0,869
	150°C		MÜF	6,968	2,338	6,64	0,383	8,744	1,033	8,64	0,641	
			PVAc	11,69	1,127	9,118	0,583	14,992	1,193	15,13	1,014	
	180°C	MÜF	5,954	0,652	6,532	0,288	8,052	0,632	8,222	0,428		
		PVAc	9,95	0,844	8,222	0,442	14,122	0,326	15,93	0,604		
	16 m/dk	2	Kontrol	MÜF	6,898	0,611	7,424	0,406	9,741	0,511	10,584	1,105
				PVAc	12,69	0,711	10,454	0,780	16,89	0,568	16,99	1,018
			120°C	MÜF	6,746	1,459	7,356	1,189	9,728	0,387	9,828	2,349
				PVAc	10,882	3,435	8,622	0,909	14,914	0,741	17,148	1,393
			150°C	MÜF	5,988	1,414	6,78	0,742	8,288	0,457	8,436	0,715
				PVAc	9,412	1,669	9,242	0,378	14,878	0,854	16,092	0,527
		180°C	MÜF	5,118	0,635	6,456	0,339	7,412	0,557	8,37	0,297	
			PVAc	8,992	0,493	8,398	0,730	14,578	0,382	15,598	0,442	
6		Kontrol	MÜF	6,898	0,611	7,424	0,406	9,741	0,511	10,584	1,105	
			PVAc	12,69	0,711	10,702	0,361	16,89	0,568	16,99	1,018	
		120°C	MÜF	6,042	0,860	7,006	0,249	9,634	0,588	10,062	0,794	
			PVAc	10,204	0,728	9,924	0,894	16,358	0,929	16,606	0,896	
	150°C	MÜF	6,496	1,125	6,732	0,520	8,156	0,781	8,774	0,741		
		PVAc	10,782	1,290	8,932	0,319	15,614	0,343	15,672	0,957		
180°C	MÜF	5,636	0,573	5,938	0,284	7,164	0,530	8,34	0,139			
	PVAc	9,02	1,157	7,748	0,469	14,332	0,342	15,78	0,495			

X: aritmetik ortalama, ST: Standart sapma,

Çizelge 4.14. Yapışma değerlerine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P ≤ 0,05)
Düzeltilmiş Model	34338,52	246	139,58	149,69	0,000
Sabit Terim	280594,74	1	280594,74	300910,40	0,000
A	12491,63	3	4163,87	4465,35	0,000
B	90,83	1	90,83	97,41	0,000
C	156,52	1	156,52	167,86	0,000
D	1979,29	3	659,76	707,53	0,000
E	16650,17	1	16650,17	17855,68	0,000
F	6,48	1	6,48	6,95	0,008
A + B	4,98	3	1,66	1,78	0,148
A + C	44,73	3	14,91	15,99	0,000
B + C	3,79	1	3,79	4,06	0,044
A + B + C	41,14	3	13,71	14,70	0,000
A + D	178,58	9	19,84	21,28	0,000
B + D	2,23	3	0,745	0,79	0,494
A + B + D	205,53	9	22,83	24,49	0,000
C + D	71,51	3	23,83	25,56	0,000
A + C + D	58,78	9	6,53	7,00	0,000
B + C + D	9,22	3	3,07	3,29	0,020
A + B + C + D	10,76	9	1,19	1,28	0,241
A + E	1710,85	3	570,28	611,57	0,000
B + E	18,62	1	18,62	19,97	0,000
A + B + E	49,95	3	16,65	17,85	0,000
C + E	11,46	1	11,46	12,29	0,000
A + C + E	12,77	3	4,25	4,56	0,003
B + C + E	1,45	1	1,45	0,01	0,901
A + B + C + E	5,81	3	1,93	2,08	0,101
D + E	39,75	3	13,25	14,21	0,000
A + D + E	109,80	9	12,20	13,08	0,000
B + D + E	12,23	3	4,07	4,37	0,004
A + B + D + E	94,18	9	10,46	11,22	0,000
C + D + E	15,31	3	5,10	5,47	0,001
A + C + D + E	15,87	9	1,76	1,89	0,049
B + C + D + E	4,16	3	1,38	1,48	0,216
A + B + C + D + E	8,12	9	0,90	0,96	0,465
A + F	17,95	3	5,98	6,41	0,000
B + F	2,75	1	2,75	2,95	0,086
A + B + F	1,55	3	0,51	0,55	0,645
C + F	6,23	1	6,23	6,69	0,010
A + C + F	3,42	3	1,14	1,22	0,300
B + C + F	6,43	1	6,43	0,007	0,934
A + B + C + F	6,20	3	2,07	2,22	0,084
D + F	5,49	3	1,83	1,96	0,117
A + D + F	25,24	9	2,80	3,00	0,001

Çizelge 4.14. (devam ediyor)

B + D + F	4,31	3	1,43	1,54	0,201
A + B + D + F	36,21	9	4,02	4,31	0,000
C + D + F	7,81	3	2,60	2,79	0,039
A + C + D + F	16,77	9	1,86	1,99	0,036
B + C + D + F	1,91	3	0,63	0,68	0,561
A + B + C + D + F	3,73	9	0,41	0,44	0,911
E + F	7,20	1	7,20	0,07	0,781
A + E + F	7,16	3	2,38	2,56	0,053
B + E + F	0,60	1	0,60	0,64	0,421
A + B + E + F	4,05	3	1,35	1,44	0,227
C + E + F	6,43	1	6,43	6,90	0,009
A + C + E + F	3,23	3	1,07	1,15	0,325
B + C + E + F	0,11	1	0,11	0,12	0,728
A + B + C + E + F	9,24	3	3,08	3,30	0,020
D + E + F	1,65	3	0,55	0,59	0,621
A + D + E + F	10,58	9	1,17	1,26	0,253
B + D + E + F	2,76	3	0,92	0,98	0,398
A + B + D + E + F	26,22	9	2,91	3,12	0,001
C + D + E + F	5,21	3	1,73	1,86	0,134
A + C + D + E + F	5,02	9	0,55	0,59	0,799
B + C + D + E + F	1,26	3	0,42	0,45	0,716
Hata	2156,84	2313	0,93		
Toplam	317090,11	2560			
Düzeltilmiş Topl.	36495,36	2559			
A: Ağaç, B: Kesit, C: Sevk hızı, D: Sıcaklık, E:Tutkal, F: Zaman					

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre; Ağaç, Kesit, Sevk, Sıcaklık, Tutkal, Zaman, Ağaç + Sevk, Kesit + Sevk, Sevk + Zaman, Ağaç + Sıcaklık + Zaman, Ağaç + Kesit + Sıcaklık + Zaman, Sevk + Tutkal + Zaman, Sevk + Sıcaklık + Zaman, Ağaç + Sevk + Sıcaklık + Zaman, Kesit + Sevk + Sıcaklık, Ağaç + Sevk + Tutkal, Kesit + Sıcaklık + Tutkal, Sevk + Sıcaklık + Tutkal, Ağaç + Sevk + Sıcaklık + Tutkal, Ağaç + Kesit + Sevk, Ağaç + Sıcaklık, Ağaç + Kesit + Sıcaklık, Sevk + Sıcaklık, Ağaç + Sevk + Sıcaklık, Ağaç + Tutkal, Kesit + Tutkal, Ağaç + Kesit + Tutkal, Sevk + Tutkal, Sıcaklık + Tutkal, Ağaç + Sıcaklık + Tutkal, Ağaç + Kesit + Sıcaklık + Tutkal, Ağaç + Zaman, Ağaç + Kesit + Sıcaklık + Zaman, Ağaç + Kesit + Sevk + Tutkal + Zaman, Ağaç + Kesit + Sıcaklık + Tutkal + Zaman, değerleri $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamlı olarak bulunurken; diğer kombinasyonlar $P \leq 0,05$ düzeyinde anlamsız bulunmuştur.

4.2.1. Faktörlere Göre Yapışma Direnci Değerleri

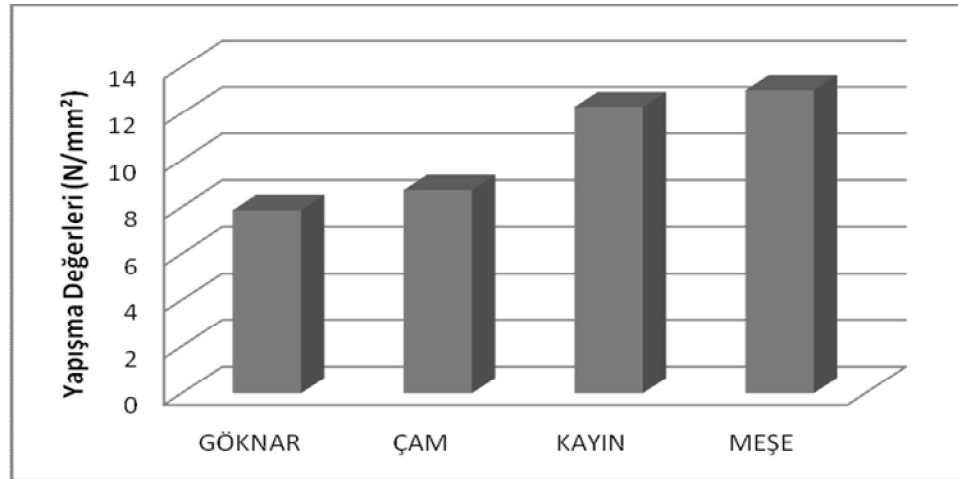
4.2.1.1. Ağaç Türü

Çalışmada kullanılan ağaç türlerinin yapışma direnci değerleri ile farklılığın hangi düzeylerde önemli olduğunu belirlemek için %95 güven aralığında yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.15. ve Şekil 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Ağaç türüne göre yapışma değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

AĞAÇ TÜRÜ	ORTALAMA (N/mm ²)	HOMOJENLİK GURUBU
GÖKNAR	7,873	A
SARIÇAM	8,716	B
KAYIN	12,286	C
MEŞE	13,008	D

Yapışma direnci değerlerinin her ağaç türünde farklı homojenlik grubunda olduğu tespit edilmiştir. Ağaç türlerine göre yapışma direnci değerleri grafiği Şekil 4.8 de verilmiştir.



Şekil 4.8. Ağaç türlerine ait ortalama yapışma değerleri

Yapışma direnci değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçlarında yapışma direnci değeri en az Uludağ Göknaar'ında (7,873 N/mm²), en

fazla Sapsız Meşe’de (13,008 N/mm²) belirlenmiştir. Yapışma direnci değerleri her ağaç türünde farklı homojenlik grubundadır.

4.2.1.2. Kesme Yönü

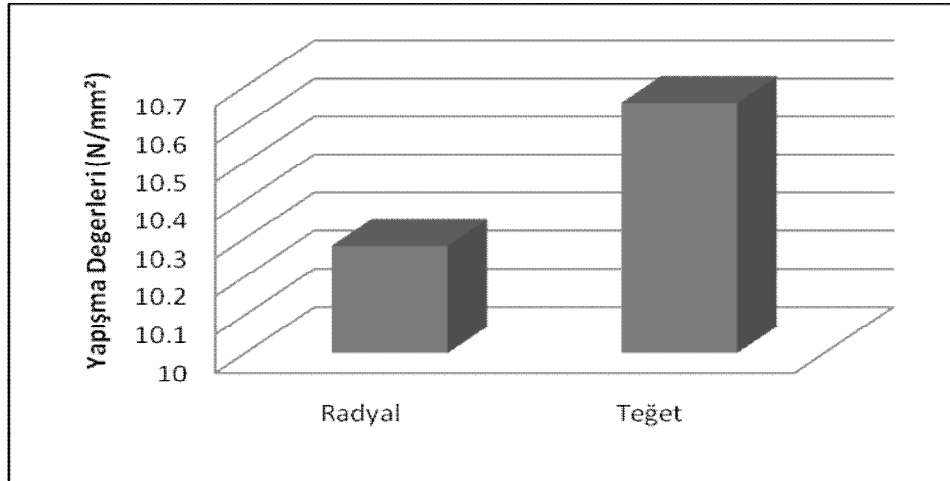
Kesme yönünün yapışma direncine etkisinin hangi düzeyde olduğunu belirlemek için yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.16 ve Şekil 4.9’da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Kesitlere ilişkin ortalama yapışma değerleri (N/mm²)

KESME YÖNÜ			
Radyal		Teğet	
X	ST	X	ST
10,281	3,703	10,658	3,843

X: Aritmetik ortalama, St: Standart Sapma, Standart hata: 0,040.

Ağaç malzeme türünde kesme yönünün yapışma direncine etkisi teğet yönde, radyal yöne göre daha iyi sonuç vermiştir.



Şekil 4.9. Kesme yönlerine göre ortalama yapışma değerleri

Kesme yönünün yapışma direncine etkisi, istatistik anlamda radyal yönün, teğet yöne göre daha az olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.3. Sevk Hızı

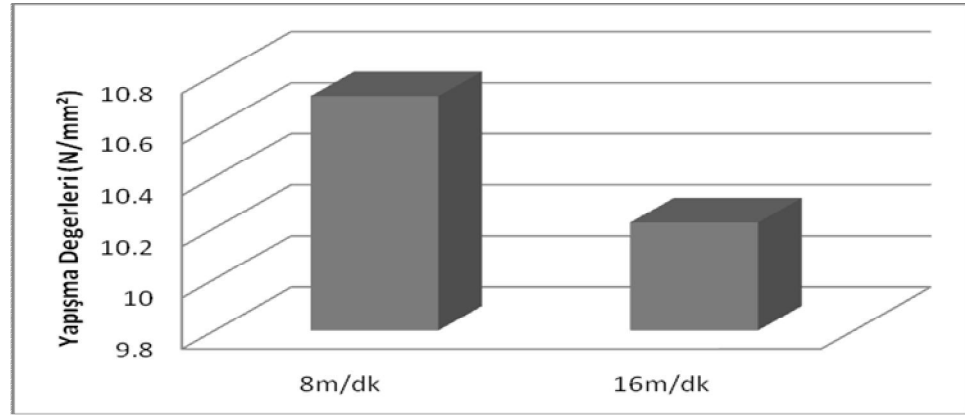
Sevk hızının yapışma direncine etkisinin hangi düzeyde olduğunu belirlemek için yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.17 ve Şekil 4.10'da verilmiştir

Çizelge 4.17. Sevk hızına ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

SEVK HIZI			
8m/dk		16m/dk	
X	ST	X	ST
10,717	3,942	10,222	3,593

X: Aritmetik ortalama, St: Standart Sapma, Standart hata: 0,040

Sevk hızı 8m/dk olan örneklerdeki yapışma direnci değerlerinin, 16m/dk dan daha iyi olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10. Sevk hızlarına ait ortalama yapışma direnci değerleri

Sevk hızının yapışma direncine etkisi istatistik anlamda 8m/dk sevk hızında kesilmiş örneklerde ölçülen yapışma değerlerinin 16m/dk sevk hızında kesilen örneklere göre daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

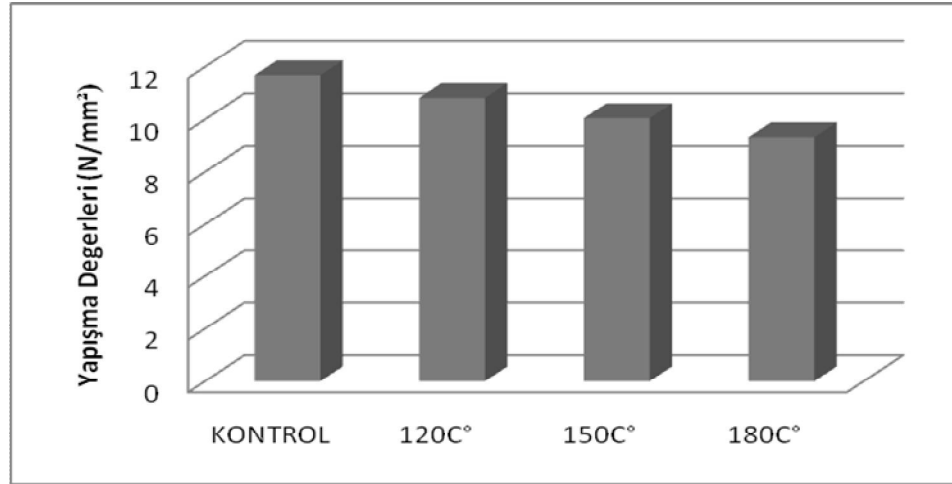
4.2.1.4. Sıcaklık Farkı

Sıcaklık farkının yapışma direncine etkisinin hangi düzeyde olduğunu belirlemek için yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.18 ve Şekil 4.11'de verilmiştir

Çizelge 4.18. Sıcaklık farkına göre yapışma direnci değerlerine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

SICAKLIK FARKI	ORTALAMA (N/mm ²)	HOMOJENLİK GURUBU
KONTROL	11,678	A
120°C	10,831	B
150°C	10,047	C
180°C	9,320	D

Örneklere farklı sıcaklıklar uygulanması sonucunda elde edilen ortalama yapışma direnci değerlerinin her sıcaklık değeri için farklı homojenlik grubunda olduğu ve sıcaklık arttıkça yapışma direnci değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir



Şekil 4.11. Sıcaklık farkına ait ortalama yapışma direnci değerleri

Sıcaklık farkının yapışma direncine etkisi, istatistik anlamda en iyi yapışma kontrol örneklerinde 11,679 N/mm² olarak, en düşük 9,320 N/mm² olarak 180°C de ısıl işlem görmüş örneklerde tespit edilmiştir.

4.2.1.5. Tutkal Türü

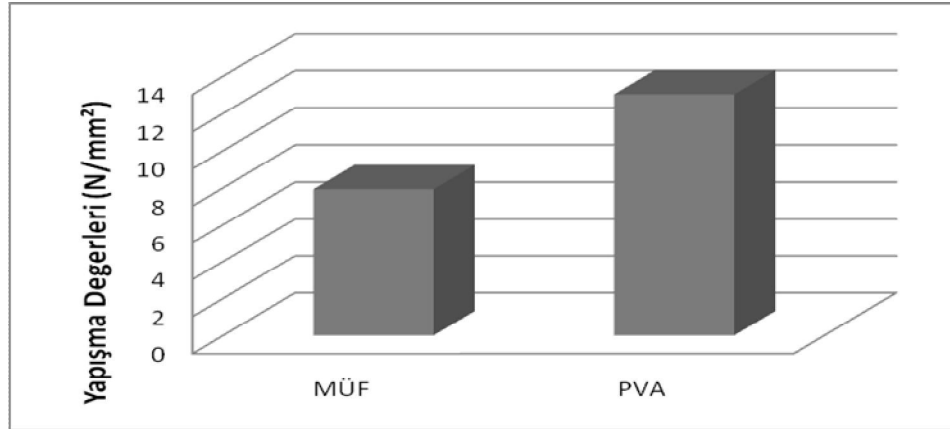
Tutkal türünün yapışma direncine etkisinin hangi düzeylerde önemli olduğunu bulmak için yapılan istatistik testi sonuçları Çizelge 4.19 ve Şekil 4.12’de verilmiştir

Çizelge 4.19. Tutkal çeşidi ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Tutkal Çeşidi			
MÜF		PVAc	
X	ST	X	ST
7,919	1,922	13,020	3,439

X: Aritmetik ortalama, St: Standart Sapma, Standart hata: 0,040

PVAc tutkalının MÜF tutkalına göre daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.12. Tutkal türüne ait ortalama yapışma direnci değerleri

Tutkal türünün yapışma direncine etkisi, istatistik anlamda en düşük MÜF tutkalında 7,919 N/mm² , en yüksek ortalama değer 13,020 N/mm² olarak PVAc tutkalında elde edilmiştir.

4.2.1.6. Zaman Farkı

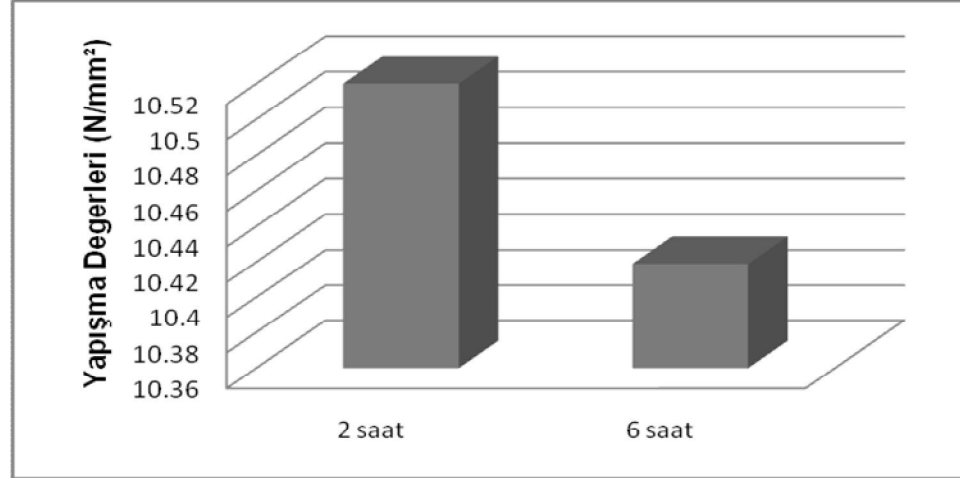
Deney örneklerinin farklı sürelerde (2-6 saat) ısıya maruz bırakılmasında yapışma direncine etkisinin hangi düzeylerde önemli olduğunu belirlemek için yapılan analiz sonuçları Çizelge 4.20 ve Şekil 4.13’de verilmiştir

Çizelge 4.20. Zaman farkına ilişkin ortalama yapışma direnci değerleri (N/mm²)

Zaman Farkı			
2 saat		6 saat	
X	ST	X	ST
10,520	3,795	10,419	3,760

X: Aritmetik ortalama, St: Standart Sapma, Standart hata: 0,040

Deney örneklerine uygulanan ısı işlem süreleri arttıkça yapışma direnci değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. Zaman farkına ait ortalama yapışma direnci değerleri

Isıl işlemde zaman farkının yapışma direncine etkisi, ortalama en düşük 10,419 N/mm² olarak 6 saat ısı işlem gören örneklerde, en yüksek 10,520 N/mm² ile 2 saat işlem gören örneklerde tespit edilmiştir.

4.2.2. Yapışma Direncine Etki Eden Faktörlerin Etkileşimleri

4.2.2.1. İkili Etkileşimler

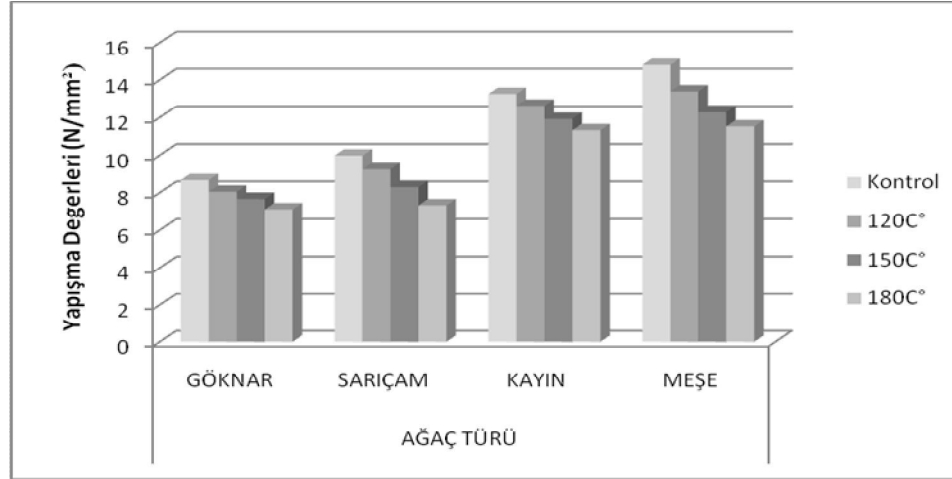
Ağaç türü-Sıcaklık farkı ikili etkileşim sonuçlarının yapışma direncini hangi düzeyde etkilediğini belirlemek için yapılan istatistik testi sonuçları Çizelge 4.21 ve Şekil 4.14'de verilmiştir.

Çizelge 4.21 Ağaç türü-Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar

ISIL İŞLEM	AĞAÇ TÜRÜ							
	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
Kontrol	8,674	1,846	9,987	2,919	13,257	3,422	14,796	3,671
120°C	8,052	1,633	9,250	3,037	12,630	3,268	13,394	3,948
150°C	7,664	1,672	8,306	2,368	11,932	3,350	12,288	3,477
180°C	7,105	1,344	7,324	1,945	11,325	3,434	11,525	3,722

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,114

Yapışma direnci en az 180°C’de ısıl işlem uygulanmış Uludağ göknarı odununda 7,105 N/mm² en fazla sapsız meşe odunu kontrol örneklerinde 14,796 N/mm² bulunmuştur.



Şekil 4.14. Ağaç türü-Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.

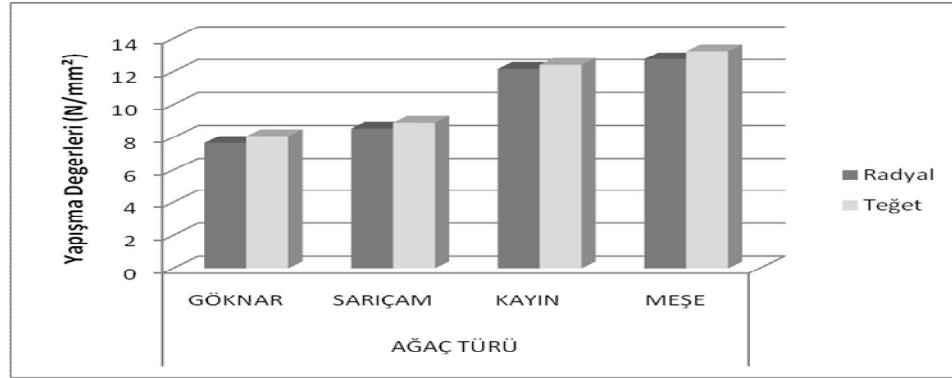
Ağaç türü-Sıcaklık farkı ikili karşılaştırma sonuçlarında tüm ağaç türlerinde sıcaklık değerleri arttıkça, yapışma direnci değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Kontrol örnekleri en iyi sonuçları verirken, 180°C’de ısıl işlem uygulanmış örneklerde en düşük değerler tespit edilmiştir. Ağaç türü – kesme yönü faktörlerinin yapışma direnci değerlerine etkisi Çizelge 4.22 ve Şekil 4.15’ te verilmiştir.

Çizelge 4.22. Ağaç türü- kesme yönü farkına ilişkin sonuçlar.

Kesme Yönü	AĞAÇ TÜRÜ							
	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
Radyal	7,662	1,848	8,543	2,707	12,161	3,259	12,757	3,751
Teğet	8,085	1,567	8,890	2,847	12,411	3,601	13,244	4,024

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,081

Yapışma direnci en az radyal yönde kesilmiş Uludağ göknar’ı odununda 7,662 N/mm² olarak, en fazla teğet yönde kesilmiş sapsız meşe odununda 13,244 N/mm² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.15. Ağaç türü- kesme yönü farkına ilişkin sonuçlar.

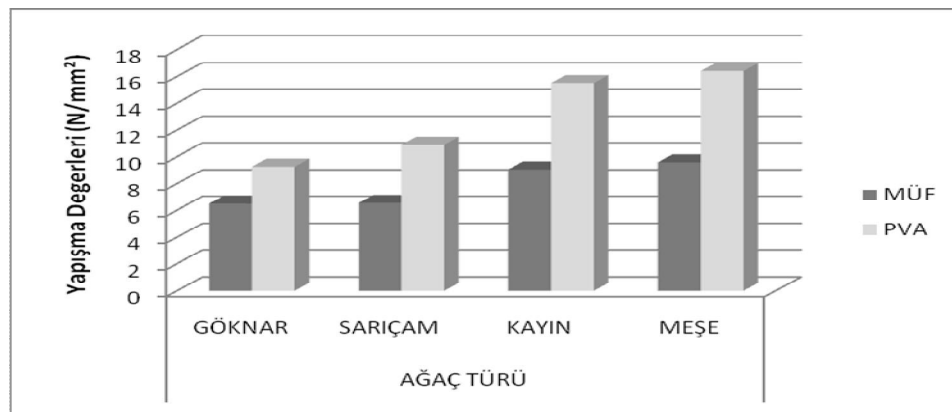
Ağaç türü- kesme yönü ikili karşılaştırma sonuçlarında tüm ağaç türlerinde teğet yönde kesilen örneklerde, radyal yöne göre daha iyi yapışma direnci değerleri tespit edilmiştir. Ağaç türü – tutkal farkı faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.23 ve Şekil 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.23. Ağaç türü- Tutkal farkına ilişkin sonuçlar.

Tutkal Türü	AĞAÇ TÜRÜ							
	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
MÜF	6,483	0,887	6,538	1,301	9,068	1,177	9,587	1,693
PVAc	9,265	1,132	10,895	2,063	15,504	1,183	16,414	2,017

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,081

Yapışma direnci en az MÜF tutkalı kullanılarak yapıştırılan Uludağ göknar’ı örneklerinde 6,483 N/mm² , en fazla PVAc tutkalı ile yapıştırılan sapsız meşe odunu örneklerinde 16,614 N/mm² tespit edilmiştir



Şekil 4.16. Ağaç türü- Tutkal farkına ilişkin sonuçlar.

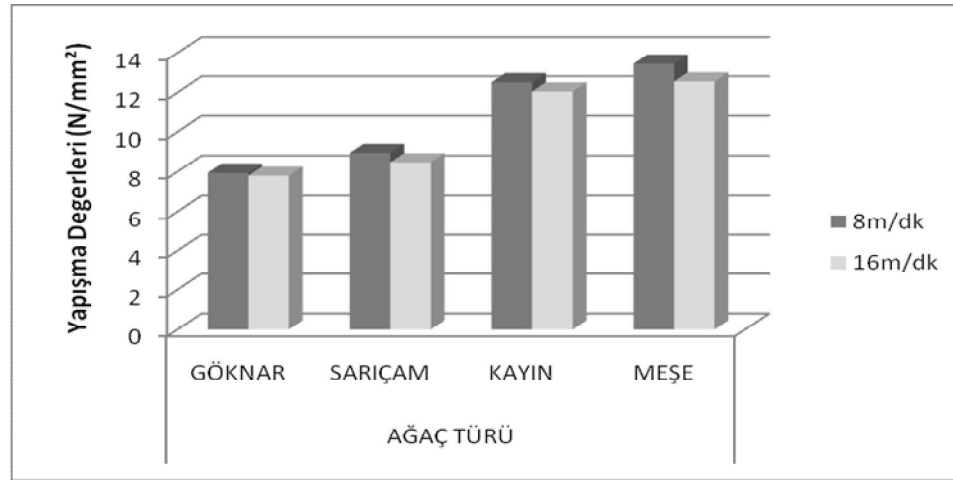
Ağaç türü - Tutkal farkı ikili karşılaştırma sonuçlarında tüm ağaç türünde PVAc tutkalıda MÜF tutkalından daha iyi sonuç elde edilmiştir. Ağaç türü – Sevk hızı faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.24 ve Şekil 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Ağaç türü- Sevk hızı farkına ilişkin sonuçlar.

Sevk Hızı	AĞAÇ TÜRÜ							
	GÖKNAR		SARIÇAM		KAYIN		MEŞE	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
8m/dk	7,947	1,798	8,953	2,917	12,520	3,458	13,446	4,168
16m/dk	7,801	1,649	8,48	2,622	12,053	3,399	12,555	3,551

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,081

Yapışma direnci en az 16m/dk sevk hızında işlenmiş Uludağ göknar’ı örneklerinde 7,801 N/mm² , en fazla 8m/dk sevk hızında işlenmiş sapsız meşe odunu örneklerinde 13,446 N/mm² tespit edilmiştir



Şekil 4.17. Ağaç türü- Sevk hızı farkına ilişkin sonuçlar

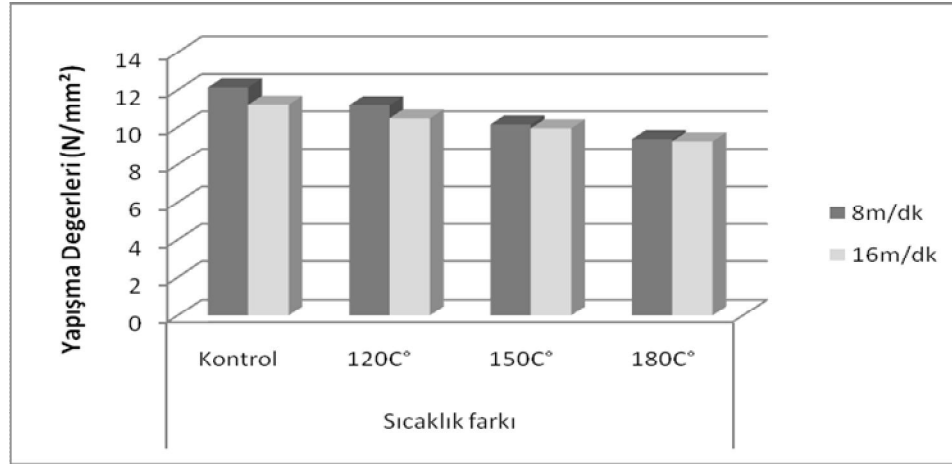
Ağaç türü- Sevk hızı ikili karşılaştırma sonuçlarında, tüm ağaç türlerinde 8m/dk sevk hızıyla kesilen örneklerden edilen yapışma direnci değerleri 16m/dk sevk hızına göre daha iyi sonuç vermiştir. Sevk hızı – Sıcaklık farkı faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.25 ve Şekil 4.18’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Sevk hızı – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.

Sevk Hızı	Sıcaklık farkı							
	Kontrol		120°C		150°C		180°C	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
8m/dk	12,139	4,126	11,191	4,072	10,150	3,581	9,368	3,490
16m/dk	11,218	3,622	10,471	3,492	9,944	3,407	9,254	3,544

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,081

Yapışma direnci en az 16m/dk sevk hızında işlenmiş ve 180°C’de ısıtılmış örneklerde 9,254 N/mm² , en fazla 8m/dk sevk hızında işlenmiş kontrol grubu örneklerinde 12,139 N/mm² tespit edilmiştir



Şekil 4.18. Sevk hızı – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar.

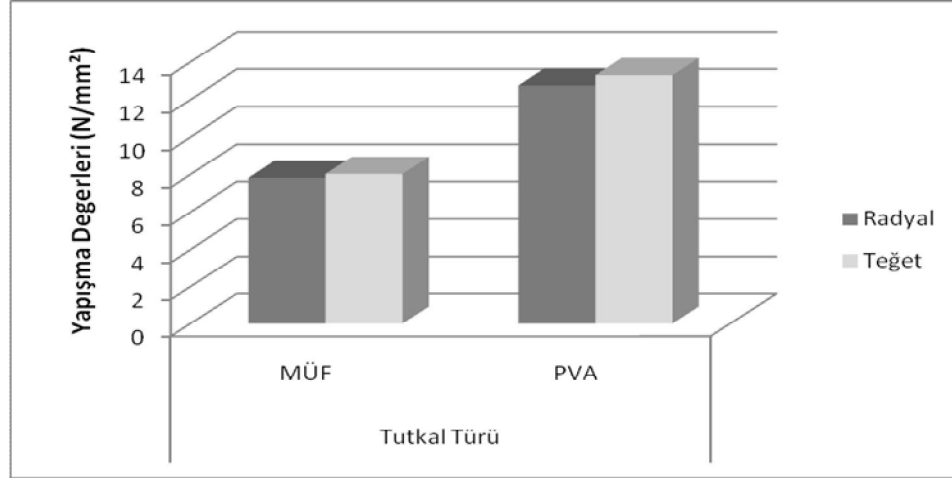
Sıcaklık farkı – Sevk hızı ikili karşılaştırma sonuçlarında, tüm sıcaklık değerlerinde 8m/dk sevk hızıyla kesilen örneklerden elde edilen yapışma direnci değerleri 16m/dk sevk hızına göre daha iyi sonuç vermiştir. Kesme yönü – Tutkal türü faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.26 ve Şekil 4.19’da verilmiştir.

Çizelge 4.26. Kesme yönü – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.

Kesme Yönü	Tutkal Türü			
	MÜF		PVAc	
	X	ST	X	ST
Radyal	7,816	2,021	12,746	3,345
Teğet	8,022	1,816	13,293	3,515

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,057

Yapışma direnci en az radyal yönde MÜF tutkalı kullanılan örneklerde 7,816 N/mm², en fazla teğet yönde PVAc tutkalı kullanılan örneklerde 13,293 N/mm² belirlenmiştir.



Şekil 4.19. Kesme yönü – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.

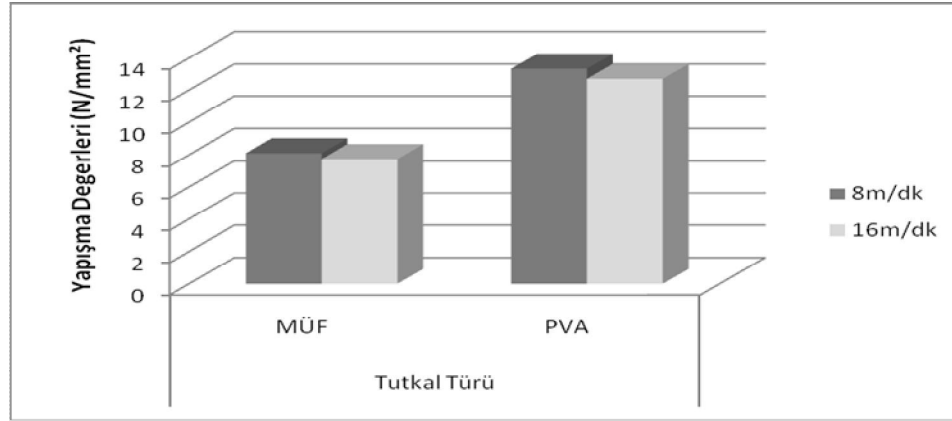
Tutkal türü – Kesme yönü farkı ikili karşılaştırma sonuçlarında, PVAc tutkalının her iki kesitte MÜF tutkalından daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Sevk hızı – Tutkal türü faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.27 ve Şekil 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.27. Sevk hızı – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.

Sevk Hızı	Tutkal Türü			
	MÜF		PVAc	
	X	ST	X	ST
8m/dk	8.099	2.082	13.334	3.629
16m/dk	7.739	1.732	12.705	3.214

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,057

Yapışma direnci en az 16m/dk sevk hızıyla kesilen ve MÜF tutkalı kullanılan örneklerde 7,739 N/mm², en fazla 8m/dk sevk hızında kesilen ve PVAc tutkalı kullanılan örneklerde 13,334 N/mm² belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Sevk hızı – Tutkal türü farkına ilişkin sonuçlar.

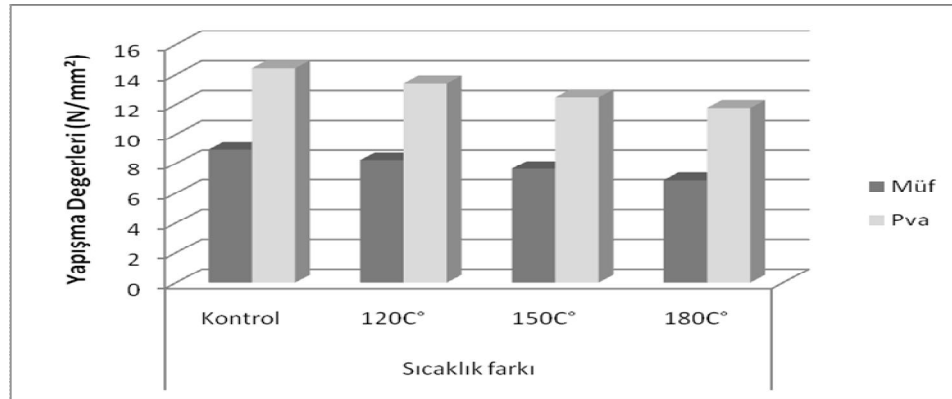
Sevk hızı – Tutkal türü ikili karşılaştırma sonuçlarında, PVAc tutkalının her iki sevk hızında MÜF tutkalından daha iyi sonuç verdiği tespit edilmiştir. Tutkal türü – Sıcaklık farkı faktörlerinin yapışma direncine etkisi Çizelge 4.28 ve Şekil 4.21’de verilmiştir

Çizelge 4.28. Tutkal türü – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar

Tutkal Türü	Sıcaklık farkı							
	Kontrol		120°C		150°C		180°C	
	X	ST	X	ST	X	ST	X	ST
MÜF	8,945	2,166	8,238	1,862	7,631	1,653	6,863	1,262
PVAc	14,413	3,291	13,425	3,468	12,464	3,158	11,777	3,274

X: Aritmetik ortalama, ST: Standart Sapma, Standart hata: 0,081

Yapışma direnci en az 180°C’de ısı işlem gördükten sonra MÜF tutkalı kullanılarak yapıştırılan örneklerde 6,863 N/mm², PVAc tutkalı kullanılan kontrol grubu örneklerinde 14,413 N/mm² tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Tutkal türü – Sıcaklık farkına ilişkin sonuçlar

Sıcaklık farkı – Tutkal türü ikili karşılaştırma sonuçlarında, farklı sıcaklıklarda ısı işlem gördükten sonra yapıştırılan örneklerde, PVAc tutkalından MÜF tutkalına göre daha iyi yapışma direnci değerleri elde edilmiştir.

BÖLÜM 5

DENEYSEL SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada; Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknaarı odunlarından 2 farklı yön (Radyal, Teğet), 2 farklı sevk hızı (8-16 m/dk), 3 farklı sıcaklık (120-150-180 °C), 2 farklı süre (2-6 saat) ve 2 farklı tutkal (PVAc-MÜF) olmak üzere 16 farklı kombinasyonda örnekler hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yüzey pürüzlülüğü belirlenmiş, örneklere farklı sürelerde değişik sıcaklıklar uygulanması sonrasında yüzey pürüzlülük değerlerinde meydana gelen değişimler belirlenmiştir. Daha sonra bu parçalardan TS EN 205 esaslarına göre yapışma direnci örnekleri hazırlanarak malzeme türü, sıcaklık ve yüzey pürüzlülüğünün yapışma direncine etkileri araştırılmış ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Ağaç malzeme türüne göre sıcaklık arttıkça özgül kütle değerlerinin azaldığı görülmüştür. Sıcaklık uygulanmış ağaç malzemelerde en yüksek özgül kütle değeri 0,651gr/cm³ ile 120°C de 2 saat bekletilen sapsız meşe odununda, en düşük 0,361gr/cm³ ile 180°C de 6 saat bekletilen Uludağ göknar'ı odununda bulunmuştur.

Buna göre sıcaklık farkının ağırlık kaybına neden olduğu, sıcaklık değeri ve uygulama süresi arttıkça ağırlık kaybının da arttığı belirlenmiştir. Isıl işlem uygulamasından sonra oluşan ağırlık kaybına ısıl işlem süresince rutubet miktarındaki değişim ile hemiseluloz, odun bileşenleri, ekstraktif maddelerin buharlaşması neden olmuş olabilir.

Literatürde 150, 170 ve 190°C sıcaklıklarda 4, 6 ve 8 saat süreyle sıcaklık uygulanan sarıçam odununda, sıcaklık farkının sarıçamın teknolojik özelliklerini değiştirdiği, uygulanan sıcaklık ve sürenin artışı ile doğru orantılı olarak sarıçamın ağırlığındaki azalmanın, sıcaklık ve zamana bağlı olduğu belirtilmiştir (Özçifçi vd. 2009). Diğer bir çalışmada ise Uludağ göknarı ve Sarıçam odununun fiziksel özellikleri incelenmiş her iki ağaç türünde de uygulanan sıcaklığa ve süreye bağlı olarak tam kuru ve hava

kurusu özgül kütleinin azaldığı belirtilmiştir (Korkut and Bektas 2008). Literatürdeki çalışmalar ile yapılan bu çalışma birbirini desteklemektedir.

Deney örneklerinin 4200 dev./dk ve 4 bıçaklı kalınlık makinesinde 8-16 m/dk lık sevk hızları ile teğet ve radyal yöndeki yüzey pürüzlülük değerleri belirlenmiştir. Buna göre en düşük değer teğet yönde 8m/dk sevk hızında işlenmiş Uludağ göknar'ı odununda 3,45 µm, en yüksek değer radyal yönde 16 m/dk sevk hızında işlenmiş sapsız meşe odununda 8,31 µm olarak elde edilmiştir. Sapsız meşe odununun en pürüzlü yüzeyi vermesi, halkalı büyük traheli, öz ışınlarının geniş ve trahe çapının fazla olmasından kaynaklanabilir. Özellikle radyal yönde trahe boşluklarının fazla olması pürüzlü yüzeye neden olabilir.

Teğet kesitlerde radyal kesitlere göre daha pürüzsüz yüzeyler elde edilmesi teğet ve radyal kesitlerdeki tekstür farklılığından kaynaklanmış olabilir. Ağaç türlerinde yıllık halkalara teğet yönde çalışıldığı ölçüde daha düzgün yüzeyler elde edilebilir.

Sıcaklık farkına göre; 2-6 saat süreyle 120-150-180°C'de sıcaklıklarda yüzey pürüzlülüğü en düşük teğet yönde 8 m/dk sevk hızında 180°C de 6 saat sıcaklıkta Uludağ göknar'ı odununda 3,13 µm, en yüksek radyal yönde 16 m/dk sevk hızında ve 120°C de 2 saat sıcaklıkta sapsız meşe odununda 7,69 µm elde edilmiştir.

Kesme yönü, sevk hızı ve ağaç türünün yüzey pürüzlülük değerlerinde etkili olduğu, teğet yönde yapılan kesimlerin radyal yöne göre daha düzgün yüzey verdiği tespit edilmiştir. Sarıçam'da radyal kesitte yıllık halka sınırları belirgin ve ilkbahar odunundan yaz odununa geçişler anidir. Bu durum radyal kesitin teğet kesite oranla daha pürüzlü yüzeyler vermesine neden olabilir. Ayrıca radyal yönde trahe ve dokularının ortadan ikiye bölünmesi, trahe iç boşluklarını açığa çıkardığından radyal yönde daha pürüzlü yüzeyler oluşmaktadır.

Deneyde kullanılan ağaç türlerinin hepsinde 8 m/dk besleme hızında düzgün yüzeyler, 16 m/dk besleme hızında ise daha pürüzlü yüzeyler elde edilmiştir. Sevk hızı arttıkça birim yüzey alanına değen kesici bıçak sayısının azalması yüzeyin daha pürüzlü olmasına neden olmuş olabilir.

Sıcaklık uygulandıktan sonra yüzey pürüzlülük değerlerindeki değişim en fazla teğet yönde 6m/dk sevk hızı ile sapsız meşe odununda % 9.4 olurken en az radyal yönde 16 m/dk sevk hızıyla işlenmiş Kayın odununda % 6.4 bulunmuştur. Literatürde yatay freze makinesinde işlenen Doğu kayını, Sarıçam, Meşe ve Akasya odunlarında teğet kesitler radyal kesitlere göre daha düzgün yüzeyler verdiği bildirilmiştir (Gürleyen, 1998).

Isıl işlem sıcaklığı ve uygulama süresi arttıkça yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düştüğü bildirilmiştir(Unsal and Ayrılmış 2005). Ayrıca (Gündüz et al.2008), (Stewart, 1975), (Efe vd, 2003) ve (İlter vd, 2002) çalışmalarında benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Literatürdeki sonuçlarla bu çalışma tutarlılık göstermektedir.

Kontrol grubu örneklerinin yapışma dirençlerinde en yüksek teğet yönde 8 m/dk sevk hızında işlenmiş, PVAc tutkallı yapılandırılmış sapsız meşe odununda 18,186 N/mm², en düşük radyal yönde, 16 m/dk sevk hızında işlenmiş MÜF tutkallı Uludağ göknar'ında 7,092 N/mm² elde edilmiştir.

Farklı sıcaklıklara tabii tutulan örneklerde yapışma direnci en yüksek teğet yönde, 8m/dk sevk hızında, 120 °C de 2 saat sıcaklığa tabii tutulduktan sonra PVAc tutkallı yapılandırılmış olan Sapsız Meşe odununda 20,06 N/mm², en düşük radyal yönde, 16 m/dk sevk hızında kesilmiş, 180°C'de sıcaklığa tabii tutulduktan sonra MÜF tutkallı yapılandırılan Uludağ Göknar'ında 6,27 N/mm² elde edilmiştir. 180°C sıcaklık uygulandıktan sonra örneklerin PVAc tutkalı ile yapılandırılması sonucu yapışma direnci değerlerinde ortalama %22.3 lük bir düşüş olur iken MÜF tutkalı ile aynı sıcaklık uygulandıktan sonra yapılan yapıştırmada %30.3 lük bir düşüş belirlenmiştir.

Buna göre sıcaklık nedeniyle rutubet kaybeden ağaç malzemedeki hücre çökmesi görülebilir ve lümen boşlukları daralabilir. Bu da pürüzlülüğü azaltabilir.

Tutkal türüne göre her iki tutkalda da sıcaklık değerleri ve sıcaklık uygulama süreleri arttırıldıktan sonra yapılan yapıştırmalarda, yapışma direnci değerlerinde azalma tespit edilmiştir. Literatürde benzer bir çalışmada Sarıçam, Doğu kayını, sapsız meşe ve yalancı akasya odunlarından alınan örnekler 20°C, 40°C, 60°C ve 80°C' lik

ortamda iki saat bekletildikten sonra Termoplastik esaslı PVAc ve termoset esaslı ÜF tutkalları ile tutkallanmış deney örneklerinde genel olarak bekletme ortamının sıcaklık derecesi arttıkça her bir ağaç türlerinde yapışma performansının azaldığı tespit edilmiştir.

Farklı süre ve sıcaklıklarda ısı işlem görmüş odunların yapışma direnci değerlerinde görülen azalma odunlardaki hidroksil gruplarının azalması sonucu daha düşük su alımı sergilemesinden ve malzemelerin ıslanabilirlik özelliklerinin azalmasından dolayı tutkallarla kuvvetli bir şekilde bağ kurulamamasından kaynaklanmış olabilir.

En yüksek yapışma direncini sapsız meşe odunu, en düşük yapışma direncini ise Uludağ göknarı vermiştir. Bu malzemeler arasında özgül kütle farkı yapışma direncinde önemlidir. Sapsız meşe odununda özgül kütlenin fazla olması, birbirine temas eden yüzey alanının büyümesine, dolayısıyla adezyon kuvvetinin artmasına sebep olmuş olabilir. Özgül kütlesi fazla olan ağaçlarda, ağaç malzemenin selüloz molekülleri ile tutkal ve hidroksil grupları arasında oluşan hidrojen bağlarının daha fazla olduğu düşünülebilir. Sapsız meşe odununun özgül kütlesinin fazla olması, yapışmaya daha fazla miktarda maddenin katılmasını sağlamış olabilir.

Uludağ göknarı ve sarıçam gibi özgül kütleleri daha düşük olan malzemelerde yapışma direncinin düşük değerler göstermesi, yapışmaya katılan odun moleküllerinin az olmasından kaynaklanmış olabilir. Sarıçamda reçine, tanen, yağ ve benzeri maddeler bulunması yapışma direncini azaltıcı etki yapmış olabilir.

BÖLÜM 6

SONUÇLAR

Bu çalışmada aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Ağaç malzemenin yüzey pürüzlüğü malzeme türü, sevk hızı, kesiş yönü ve sıcaklık faktörleri ile doğrudan ilişkilidir. Rendeleme işleminde teğet yön, radyal yöne göre daha düzgün yüzeyler vermiştir. Bu nedenle, yüzey kalitesini arttırmak için teğet yönde kesilmiş yüzeyler tercih edilebilir.

Rendeleme işleminde 8 m/dk sevk hızı, 16 m/dk sevk hızına göre daha düzgün yüzeyler vermiştir. Kalınlık makinesinde düzgün yüzeyler elde etmek için 8 m/dk lık sevk hızı kullanılarak yüzey kalitesi artırılabilir.

Ağaç malzemelere uygulanan 120- 150- 180°C lik sıcaklıkların uygulama süresi arttıkça malzemelerdeki yüzey pürüzlülük değerini azaltıcı yönde etki yaptığı görülmüştür. Pürüzsüz yüzeyler elde etmek için 8m/dk sevk hızında teğet yönde kesilmiş ve 180°C de ısıtılmış Uludağ göknar'ı odunu tercih edilebilir.

Isıl işlem uygulandıktan sonra yapılan yapıştırılmalarda PVAc tutkalının MÜF tutkalına nazaran daha iyi yapışma direnci gösterdiği belirlenmiştir. Isıl işlem uygulanmış malzemelerde ağaç malzemelerin anatomik özellikleri göz önünde bulundurularak PVAc tutkalının Doğu kayını ve sapsız meşe odunlarıyla yaptığı birleştirmeler tercih edilebilir.

Yapışma direncinin önemli olduğu yerlerde ağaç malzeme olarak teğet yönde kesilmiş ve ısıtılmış odunların yapışmasında PVAc tutkalı tercih edilebilir.

KAYNAKLAR

Altınok, M., “Ağaç işleri Temel Makinelerinde işlenmiş Ahşap Yüzeylerin Yapışma Direncine Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, 2(1):17-20, Ankara (1998).

Altınok, M.;“Ahşap En Birleştirmelerde Yapışma Performansına D Artışının Etkileri”, *Politeknik Dergisi*, 5(4): 341-345 (2002).

ASTM D 1667–87, “Standard Methods for Conducting Machining Tests of Wood and Wood–Base Materials”, *ASTM Standards*, USA, (1999).

Ayrilmis, N. and Winandy, JE., “Effects of Post Heat-Treatment on Surface Characteristics and Adhesive Bonding Performance of Medium Density Fiberboard”, *Materials and Manufacturing Processes* 24(5): 594–599 (2009)

Balkız, Ö., “Ağaç işleri Endüstrisinde Kullanılan Önemli Bazı Yerli Ağaç Türleri Oduklarının Yapışma Özelliklerinin Tespiti Üzerine Araştırmalar”, Yüksek Mühendislik Tezi , *H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2000)

Bhuiyan, M., T., R., Hirai, N., and Sobue, N., “Effect of intermittent heat treatment on crystallinity in wood cellulose”, *Journal of Wood Science*, 47(5): 336–341 (2001).

Boonstra, M.J., Tjeerdsma, B., F., and Groeneveld, H., A., C., “Thermal modification of nondurable wood species. 1. The plato technology; thermal modification of wood”, *International Research Group on Wood Preservation*, 35-38 (1998)

Boonstra , M.J., “Two-stage thermal modification of wood”. *Ph.D. dissertation in cosupervision Ghent University and Universite Henry Poincare - Nancy* (1), (2008).

Bourgois, J., Janin, G., and Guyonnet, R., “Measuring colour: a method of studying and optimising the chemical transformations of thermally-treated wood”, *Holzforschung*, 45 (5): 377–382 (1991).

Chang, C., I., and Keith, C., T., “Properties of heat-darkened wood. II. mechanical properties and gluability”, Ottawa: Eastern Forest Products Laboratory, *Fisheries and Environment*, Canada, 11–19 (1978).

Chung Y., “Glueability of southern pine early and late wood”, *Forest Products Journal*, (18): (1968)

Colakoğlu, G.,” *Wood Adhesives*”, Lisansüstü Ders Notu, **Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği**, 32, 33 (1998)

Efe, H., Demirci, S. ve Kılıç, Y., “Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky) Odununun Rendelenmesinde Kesiş Yönü, Bıçak Sayısı, Besleme Hızı ve Kesme Derinliğinin Yüzey Düzgünlüğüne Etkisi”, **G.Ü. Orman Fakültesi Dergisi**, 3 (1): 77-87 (2003)

Efe, H. ve Gürleyen, L.,” Farklı Zımparalarla Zımparalanmış ve Poliüretan Tutkalı ile Yapıştırılmış Bazı Ağaç Malzemelerin Yapışma Dirençleri” **Politeknik Dergisi** 10 (2): 185-189 (2007)

Feist, W., C., and Sell, J., “Weathering behavior of dimensionally stabilized wood treated by heating under pressure of nitrogen gas”, **Wood and Fiber Science**, 19 (2): 183-195 (1987).

Feist, W., C., Hajny, G., J., and Springer, E., L., “Effect of storing green wood chips at elevated temperatures”, **Tappi**, 56 (8): 91–95 (1973).

Fengel, D., and Wegener, G., “Wood: chemistry, ultrastructure, reactions”, **Walter De** 33 (9): 333–335 (1989).

Garrote, G., Domínguez, H. and Parajó, J. C., “Hydrothermal processing of lignocellulosic materials”, **Holz als Roh- und Werkstoff**, 57 (3): 191–202 (1999)

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

Gündüz G., Korkut S. and Sevim Korkut D., “The Effects of Heat Treatment on Physical and Technological Properties and surface Roughness of Camiyanı Black Pine (*Pinus nigra* Arn. subsp. *pallasiana* var. *pallasiana*) Wood”, **Bioresource Technology**, 99 (7): 2275-2280 (2008).

Gürleyen, L., “Mobilyada Kullanılan Masif Ağaç Malzemelerde Yüzey Düzgünlüğünün Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, **G.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara (1998)

Hill, C.A.S., “Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes”, **Wiley Series in Renewable Resources**, 261 (2006)

İlter, E., Çamlıyurt, C., ve Balkız, Ö.D., “Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* Mattf.) Odununun Yüzey Pürüzlülük Değerlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar”, **İç Anadolu Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları**, Ankara, 281, (2002)

Keskin, H.,“ Lamine masif ağaç malzemelerin teknolojik özellikleri ve ağaç işleri endüstrisinde kullanım imkanları”, Doktora Tezi, **G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Ankara, 65-69 (2001).

Kızılırmak, H., “Kestane ağacının laminasyon özelliklerinin belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, **D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü**, Kütahya, 56-58 (2007).

Kim, D., Y., Nishiyama, Y., Wada, M., Kuga, S., and Okano, T., “Thermal decomposition of cellulose crystallites in wood”, *Wood Science*, Holzforschung, 55 (5): 521-524 (2001).

Kocaefe, D., Poncsak, S. and Boluk, Y., “Effect of thermal treatment on the chemical composition and mechanical properties of birch and aspen”, *BioResources* 3 (2): 517-537, (2008)

Kocatürk, İ., “Sentetik Tutkallarda Modifikasyonun Ağaç Malzemede Yapışma Direncine Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara (2000).

Korkut, S. and Bektas, İ., “The effects of heat treatment on physical properties of uludag fir and scots pine (*pinus sylvestris* l.) wood”, *Forest Products Journal*, 58 (3): 95-99 (2008).

Korkut S., Akgül M. and Dünder T., “The Effects of Heat Treatment on some Technological Properties of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Wood”, *Bioresource Technology*, 99 (6): 1861-1868 (2008).

Korkut, S., "Gürgen Yapraklı Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.) Odununun Bazı Mekanik Özellikleri Üzerine Isıl İşlem Sıcaklık ve Süresinin Etkisi", *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 5 (1), 121-130 (2009).

Korkut, S., “Yüzey Pürüzlülüğü Çalışmaları”, *Endüstriyel Tasarım ve Mobilya Dergisi*, 10 (1), 10-16 (2005).

Korkut, S., “The effects of heat treatment on some technological properties in Uludağ fir (*Abies bornmuelleriana* Mattf.) wood”, *Building and Environment*, 43 (4), 422-428 (2008).

Mayes, D. and Oksanen, O., “Thermowood handbook”, *Finnforest*, Finland, 5-15 (2002).

Millet, M., A., and Gerhards, G., C., “Accelerated aging: residual weight and flexural properties of wood heated in air at 115 °C to 175 °C”, *Wood Science*, 4 (4): 197-201 (1972).

Mitutoyo C., “Surface Roughness Tester”, *Mitutoyo Comparison*, Kanagawa, 4-16 (2008)

Öktem, E., “Bazı Ağaç Türlerimiz Örneklerinin Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar”, *Orman Araştırma Enstitüsü Yayını*, 81. Ankara (1976)

Örs Y., “Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler”, *K.T.Ü. Orman Fakültesi yayını*, 112: 11 Trabzon (1987)

Örs, Y., Atar, M. ve Özçiftçi, A., “Farklı A Türlerinde, Yonga Ve Lif Levhalarda, PVAc ve Desmodur-VTKA E1 Kullanılarak Uygulanan Kavelalarda Çekme Mukavemeti”, *Türk Tarım ve Ormanlık Dergisi*, 23 (1): 151-156, Ankara (1998).

Örs, Y. ve Keskin, H., “Ağaç malzeme bilgisi”, *G.Ü. Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Bölümü*, Ankara, 157-165 (2001)

Özçifçi, A., Özen, R. and Altınok, M., “Determine of Strength Join of Polimerin Adhesive in Boiling, Cold and Hot Water Conditions of Wooden Material.”, *Dünya Ormancılık Kongresi*, Antalya (1997).

Özçifçi, A., Altun, S. ve Yapıcı, F., “Isıl işlem uygulamasının ağaç malzemenin teknolojik özelliklerine etkisi”, *5. Uluslararası İleri Teknolojiler Sempozyumu*, Karabük, 13-15 (2009).

Ozen R., Sonmez A. and Altınok M., “The Effect of Impregnation to The Bond Strength On The Impregnated Pine Wood With Tanalith CBC”, *XI. World Forestry Congress*, Antalya, (1997).

Repellin, V., and Guyonnet, R., “Evaluation of heat-treated wood swelling by differential scanning calorimetry in relation to chemical composition”, *Holzforchung*, 59 (1): 28–34. (2005).

Richter, K., W, C., Knaebe, M, T., “The effect of Surface Roughness on the Performance of Finishes”, *Forest Products Journal*, 45 (7): 91–97 (1995).

Schneider, A., and Rusche, H., “Sorptions behaviour of beech and spruce wood after heat treatment in air and in vacuum”, *Holz als Rohund Werkstoff*, 31 (8): 313–319. (1973).

Snorgen C., “Strength Properties of Dried Wood after Heat Treatment”, Handbook of Surface Preparation, *Palmerton Publishing*, U.S.A. (1974)

Stewart, H.A., “Comparison of Factor Affecting Power for Abrasive and Knife Planning of Hardwoods”, *Forest Products Journal*. 24(3): 31-34 (1975).

Stewart, H.A., “Cross-Grain Knife Planning Hard Maple Produces High-Quality Surface and Flakes”, *Forest Products Journal*. 20(10): 39-42 (1970).

Stumbo, D.A., “Surface Texture Measurement Methods”, *Forest Products Journal*. 13 (6): 299-304 (1963).

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

TS 930, “Yüzey Pürüzlülüğünün Profil Metodu İle Ölçülmesinde Kullanılan Aletler-Sürekli Profil Değişimini Ölçen Değmeli (İğneli) Aletler ve Profil Kaydeden Aletler”, *TSE*, Ankara (1989).

TS 971, “Yüzey Pürüzlülüğünün-Parametreler ve Pürüzlülük Tespiti Kuralları”, *TSE*, Ankara (1988).

TS 2471 “Oduunun fiziksel ve mekanik deneyler için rutubet miktarı tayini”, *TSE*, Ankara (1976).

TS 2472 “Odunda fiziksel ve mekanik deneyler için birim hacim ağırlığı tayini”, *TSE*, Ankara (1992).

TS 3891 “Yapıştırıcılar-Polivinilasetat Esaslı Emülsiyon”, *TSE*, Ankara (1983)

TS 6959, “Yüzey Pürüzlülüğünün–Terimler–Yüzey Pürüzlülüğü Parametrelerinin Ölçülmesi İçin”, *TSE*, Ankara (1989).

TS EN 205 “Yapıştırıcılar - Yapısal olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Panel Yapıştırıcılar - Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini”, *TSE*, Ankara (2004)

Usta, İ., “Ahşap Emprenyesinde BOR Bileşiklerinin Kullanılması”, Hacettepe Üniversitesi, *Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Bölümü*, Ankara (1993)

Ünsal, O. and Ayrılmış, N., “Variations in compression strength and surface roughness of heat-treated Turkish river red gum wood”, *Journal Wood Science*, 51 (4): 405-409 (2005).

Üretici Firma Dökümantasyonu, *Polisan*, Kocaeli (1996).

Viitanen, H., Jamsa, S., Paajanen, L., Nurmi, A. and Viitaniemi, P., “The effect of heat treatment on the properties of spruce, A preliminary report”, *International Research Group on Wood Preservation*, (1994)

Yıldız, S., “Isıl işlem uygulanan doğu kayını ve doğu ladini odunlarının fiziksel, mekanik, teknolojik ve kimyasal özellikleri”, Doktora Tezi, *K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Trabzon, 240-249 (2002).

Yıldız, S., and Gümüşkaya, E., “The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood”, *Building and Environment*, 42 (1): 62-67 (2007).

Zorlu İ., “Mobilya ve İç Mimaride Kullanılan Takımlar”, *Med Yayınları*, İstanbul, 23-42 (1985)

ÖZGEÇMİŞ

Süleyman ÖZCAN 1979'da İstanbul'da doğdu; ilk, orta ve lise öğrenimini Sivas' ta tamamladıktan sonra 1998 yılında Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ne girdi; 2002 Temmuz ayında "iyi" derece ile mezun olduktan sonra bir yıl Sivas ilinde vekil öğretmenlik yaptı. 2003 Aralık ayı ile 2004 Kasım ayları arasında Edirne'de Yedek subay olarak askerlik hizmetini tamamladı. 2005 yılından 2007 yılına kadar İstanbul'da mobilya sektöründe üretim yapan firmalarda kalite kontrol, üretim planlama ve üretim sorumlusu gibi farklı görevlerde bulundu. 2007 yılında Gaziosmanpaşa Üniversitesi Koyulhisar MYO Mobilya ve Dekorasyon bölümünde öğretim görevlisi olarak göreve başladı. İki yıl çalıştıktan sonra 2009 yılında Karabük Üniversitesi Safranbolu MYO Mobilya ve Dekorasyon bölümünde öğretim görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2008 yılında Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını 2011 Ocakta tamamladı. Evli ve bir çocuk babasıdır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Emek Mah. Öykü Sok. Asarkent sitesi A blok D:5 SAFRANBOLU
Tel : 0 505 874 65 29
E-posta : suleymanozcan@karabuk.edu.tr.