

**TERMAL YAŞLANDIRMANIN AHŞAP VE AHŞAP YAPIŞTIRICILARINA
ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ**

M. Nuri YILDIRIM

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalında
Bilim Uzmanlığı Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

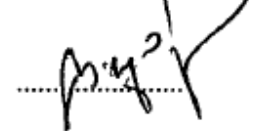

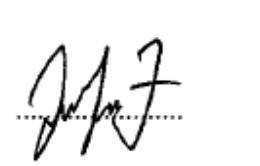
Haziran 2008

KABUL:

M Nuri Yıldırım tarafından hazırlanan "**Termal Yaşlandırmanın Ahşap ve Ahşap Yapıştırıcılarına Etkilerinin Belirlenmesi**" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya Ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalında Bilim Uzmanlığı Tezi olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir (18/06/2008).

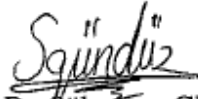
	<u>Unvanı, Adı SOYADI (Kurumu)</u>
Başkan:	Prof. Dr. Burhanettin UYSAL (KBÜ)
Üye :	Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ (KBÜ)
Üye :	Yrd. Doç .Dr. Sezayi YILMAZ (KBÜ)

İmzası

ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 18.06.2008



Doç. Dr. Süleyman GÜNDÜZ.

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

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

M Nuri YILDIRIM



ÖZET

Bilim Uzmanlığı Tezi

TERMAL YAŞLANDIRMANIN AHŞAP VE AHŞAP YAPIŞTIRICILARINA ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

M. Nuri YILDIRIM

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

Haziran 2008, 123 Sayfa.

Bu çalışmada, Termal yaşlandırmanın yapıştırıcıların mekanik özellikleri üzerine oluşturacağı tahribat derecesi ile tahribatın olduğu süreler yapıştırıcı ve ağaç türlerine göre belirlenmiştir. Masif ağaç malzeme olarak mobilya endüstrisinde en çok tercih edilen Sarıçam (*Pinus sylvestris* L), Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky), Sapsız Meşe (*Quercus petraea* L) ve Uludağ Göknaarı (*Abies bornmülleriana* M) odunları, yapıştırıcı olarak PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Melamin Formaldehit ve Üre Formaldehit yapıştırıcıları kullanılmıştır. TS EN 205 standardına göre örnek numuneler oluşturularak 15, 30, 45, 60, 75 ve 90 günlük sürelerle, 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklık şartlarında ASTM D1183 - 3 standard'ına göre termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri belirlenmiştir.

ÖZET (devam ediyor)

Elde edilen sonuçlar ANOVA ve Duncan testi kullanılarak termal işlem görmüş ahşap yapıştırıcı ve odunların mekanik özelliklerine artan sıcaklık ve sürelerin etkileri belirlenmiştir. Sıcaklık ve sürenin artmasıyla mekanik özellikte düşüş olduğu gözlemlenmiştir.

Termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış Sapsız Meşe odunun bekletme süreleri , tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırmasında toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında %14, PVAc tutkalında %16 Fenol Formaldehit tutkalında %8, Üre Formaldehit tutkalında %4 ve Melamin tutkalında %6'lık yapışma direnci kaybı belirlenmiştir.

Termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış bekletme süreleri ve tutkal türleri karşılaştırıldığında genel olarak bütün tutkallarda yapışma direnci kaybı olduğu belirlenmiştir. Kontrol gruplarına göre toplam sürede D - VTKA'da %14,5, PVAc %16 Fenol Formaldehit'te %8,25, Melamin Formaldehit'te %8 ve Üre Formaldehit %7,5 oranında yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. Formaldehit reçinelerinin artan sıcaklık ve süreye bağlı olarak genelde iyi yapışma direnci gösterdiği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Mekanik Özellikler, Yapıştırıcı, Termal Yaşlandırma

Bilim Kodu: 626.27.01

ABSTRACT

Science Expertising Thesis

DETERMINATION OF THE EFFECT OF THERMAL AGING ON WOOD AND WOOD ADHESIVE

M Nuri YILDIRIM

Karabuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Furniture and Decoration

Thesis Advisor: Prof. Dr. Burhanettin UYSAL

June 2008, 123 Pages.

In this study, the level of destroying that the thermal aging will form over the mechanical characteristics of adhesives and the time that the destroying forms have been determined based on the types of adhesives and trees. As massive tree material, the mostly preferred pine (*Pines sylvestris* L), Oriental beech (*Fagus orientalis* Lipsky), Oak (*Quercus petraea* L) and Uludag fir (*abies bornmüllerina* M) woods, and as adhesives, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehyde, Melamine Formaldehyde and Urea Formaldehyde adhesives have been used. Sample patterns have been formed based on the standards of TS EN 205, adhesive resistances of samples which were tested in terms their thermal aging characteristics with the periods of 15, 30, 45, 60, 75 and 90 days, in 20, 40, 60 ve 80 °C conditions based on the standards of ASTM - D1183 – 3 have been determined.

ABSTRACT (continued)

Using the obtained results, the effect of increasing temperatures and durations over the mechanical characteristics of wooden adhesives and woods which have experienced thermal process using ANOVA and Duncan test have been determined. A decrease in mechanical characteristics has been observed with the increase in temperature and duration.

When the durations period of Oak wood experiencing thermal aging are compared with adhesive types and control group, a loss in adhesive resistance has been observed in Oak (*Quercus petraea* L). Based on the control groups, in the total duration, a loss of adhesive resistance in the rate of 16% in PVAc, 14% in D-VTKA, 8% in Phenol Formaldehyde, 4% in Melamine Formaldehyde and 6% in Urea Formaldehyde have been determined.

When the durations and adhesive types experiencing thermal aging are compared, a loss in adhesive resistance has been observed all adhesives. Based on the control groups, in the total duration, a loss of adhesive resistance in the rate of 16% in PVAc, 14,5% in D-VTKA, 8,25% in Phenol Formaldehyde, 8% in Melamine Formaldehyde and 7,25% in Urea Formaldehyde have been determined. It has been observed that the formaldehyde resins usually show good adhesive resistance considering the increasing temperature and duration.

Key words: Mechanical Characteristic, Adhesives, Thermal Aging

Science Code: 626.27.01

TEŞEKKÜR

“Termal Yaşlandırmanın Ahşap ve Ahşap Yapıştırıcılarına Etkilerinin Belirlenmesi” isimli bu çalışma, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında ayrıca akademik alanda değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Prof. Dr. Burhanettin UYSAL hocama şükranlarımı arz ederim.

Yüksek lisans çalışmamın yürütülmesi sırasında yapmış olduğu yönlendirmelerinden dolayı Sayın Doç. Dr. Ayhan ÖZÇİFÇİ hocama teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım sırasında değerli tavsiyelerini ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Yard.Doç. Dr. Şeref KURT’a ve tez hazırlama döneminde bilgilerinden faydalandığım değerli hocalarım Sayın Yard.Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİNKOL, Öğretim Görevlisi Dr. Fatih YAPICI ve Araştırma Görevlisi, Suat ALTUN’a teşekkürü bir borç bilirim.

İstatistiki çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen Ağrı Dağı Üniversitesi hocalarından Sayın Yard.Doç. Dr. Özlem YILMAZ hocama teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamın laboratuvar aşamasında yardımlarını esirgemeyen arkadaşım Cemal ÖZCAN’a ve literatür araştırmasında yardımlarından dolayı Arş. Görevlisi Deniz AYDEMİR’e teşekkürü bir borç bilirim.

Her zaman manevi desteklerini gördüğüm aileme şükranlarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL.....	ii
ÖZET	v
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xvii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxv
BÖLÜM 1	1
1.1.GİRİŞ	1
1.2.LİTERATÜR ÇALIŞMASI	1
BÖLÜM 2	7
GENEL BİLGİLER	7
2.1. TERMAL İŞLEMİN AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ	7
2.1.1. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi	7
2.1.1.1. Hemiselülozda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler	8
2.1.1.2 Selülozda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler	9
2.1.1.3. Ligninde Meydana Gelen Kimyasal Değişimler	9
2.1.1.4. Termal İşlem Süresince odunun yapısında asit oluşumu	9
2.1.2. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi	11
2.1.2.1. Kütle Kaybı ve Boyutsal Değişim	11
2.1.2.2. Boyutsal Stabilizasyon	13
2.1.2.3. Higroskopisitedeki Değişim	15
2.1.2.4. Renk Değişimi	16

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

2.1.2.5. Koku Oluşumu	17
2.1.2.6. Selülar Yapı ve Çatlaklar	17
2.1.3. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Mekaniksel Özellikleri Üzerine Etkisi .	17
2.1.3.1 Direnç ve Yüzey Kabalığı	18
2.1.3.2. Eğilmede Elastikyet Modülü (MOE)	21
2.1.3.3. Eğilme Direnci (MOR)	24
2.1.3.4. Şok Direnci	24
2.1.4. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Biyotiksel Özellikleri Üzerine Etkisi	24
2.1.4.1 Böcek Saldırıları	25
2.2. YAPIŞMA TEORİSİ 26	
2.2.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci	27
2.2.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler	28
2.2.3. Ağaç Malzemede Yapışma Direncini Etkileyen Faktörler	29
2.2.3.1. Odun Yapısı	29
2.2.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü	29
2.2.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi	30
2.2.3.4. Tutkal Özellikleri ile İlgili Faktörler	31
2.3. KULLANILAN AĞAÇ MALZEMELER	32
2.3.1. Sarıçam (Pinus sylvetsris L)	33
2.3.2. Doğu kayını (Fagus orientalis L)	32
2.3.3. Sapsız meşe (Quercus petraea L.)	33
2.3.4. Uludağ Göknaar(Abies bornmülleriana Mattf)	33
BÖLÜM 3	35
MATERYAL METOD	35
3.1 MATERYAL	35
3.1.1 Ağaç Malzeme	35
3.1.2 Tutkal	35
3.2. METOD	37
3.2.1 Termal yaşlandırma	37

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

3.2.2. Hava Kuruşu Yoğunluk	38
3.2.3. Tam Kuruşu Yoğunluk	38
3.2.4. Mekanik özellikler	38
3.2.4.1. Yapışma Direnci	38
3.2.5. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesim	40
BÖLÜM 4	41
BULGULAR	41
4.1 FİZİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR	41
4.1.1. Hava Kuruşu Yoğunluklar	41
4.1.2. Tam Kuruşu Yoğunluklar	42
4.2. MEKANİK ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR	44
4.2.1. Kontrol grubuna ait örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin bulgular	44
4.2.2. 15 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençler	46
4.2.2.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençler	46
4.2.2.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	48
4.2.2.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençler	51
4.2.2.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	53
4.2.2.5. Kontrol grupları ve 15 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler	55
4.2.3. 30 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	56
4.2.3.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	56

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

4.2.3.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	59
4.2.3.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	61
4.2.3.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	63
4.2.3.4. Kontrol grupları ve 30 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimleri	66
4.2.4. 45 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	67
4.2.4.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	67
4.2.4.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	69
4.2.4.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	71
4.2.4.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	74
4.2.4.5. Kontrol grupları ve 45 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimleri	76
4.2.5. 60 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	78
4.2.5.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	78
4.2.5.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	80
4.2.5.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	82
4.2.5.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	85

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

4.2.5.5. Kontrol grupları ve 60 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler	88
4.2.6. 75 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	89
4.2.6.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	89
4.2.6.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	91
4.2.6.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	94
4.2.6.4. 80°C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	96
4.2.6.5. Kontrol grupları ve 75 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler	99
4.2.7. 90 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	100
4.2.7.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	100
4.2.7.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	103
4.2.7.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	105
4.2.7.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri	108
4.2.7.5. Kontrol grupları ve 90 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler	110
BÖLÜM 5	113
SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	113
5.1. SONUÇLAR	113

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

5.2. ÖNERİLER	116
KAYNAKLAR	119
ÖZGEÇMİŞ	123

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. TSE EN 205 Standardına belirlenen esaslara göre hazırlanmış deney örneği	44
3.2. Üniversal test cihazında yapışma direnci örneği.....	45

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması	27
2.2. Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	32
2.3. Doğu Kayını odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri.....	33
2.4. Sapsız Meşe odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	33
2.5. Uludağ Göknarı odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri	34
4.1. Kontrol gruplarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	41
4.2. Kontrol gruplarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin çoklu varyans analiz	42
4.3. Kontrol gruplarının tam kuru yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar.....	43
4.4. Kontrol gruplarının tam kuru yoğunluklarına ilişkin çoklu varyans analizi	43
4.5. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin ortalama değerleri	44
4.6. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	45
4.7. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	46
4.8. 15 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerleri.....	47
4.9. 15 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	47
4.10. 15 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	48
4.11. 15 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	49
4.12. 15 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	50
4.13. 15 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	51
4.14. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	52

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
4.15. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analiz.....	52
4.16. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	53
4.17. 15 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	54
4.18. 15 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	54
4.19. 15 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	55
4.20. 15 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	56
4.21. 30 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	57
4.22. 30 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	58
4.23. 30 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	58
4.24. 30 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	59
4.25. 30 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	60
4.26. 30 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	61
4.27. 30 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	62
4.28. 30 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	62
4.29. 30 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	63
4.30. 30 Gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	64

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

No	Sayfa
4.31. 30 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	64
4.32. 30 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	65
4.33. 30 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	66
4.34. 45 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	67
4.35. 45 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	68
4.36. 45 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	69
4.37. 45 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	70
4.38. 45 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	70
4.39. 45 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	71
4.40. 45 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	72
4.41. 45 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	73
4.42. 45 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	74
4.43. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	75
4.44. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	75
4.45. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	76
4.46. 30 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	77

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.47. 60 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	78
4.48. 60 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	79
4.49. 60 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	80
4.50. 60 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	81
4.51. 60 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	81
4.52. 60 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	82
4.53. 60 Gün süreyle 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	83
4.54. 60 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	84
4.55. 60 Gün süreyle 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	85
4.56. 60 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	86
4.57. 60 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	87
4.58. 60 Gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	88
4.59. 60 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	89
4.60. 75 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	90
4.61. 75 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	90
4.62. 75 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	91

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.63. 75 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	92
4.64. 75 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	93
4.65. 75 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	94
4.66. 75 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	95
4.67. 75 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	95
4.68. 75 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	96
4.69. 75 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	97
4.70. 75 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	98
4.71. 75 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	99
4.72. 75 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	100
4.73. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	101
4.74. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	102
4.75. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	103
4.76. 90 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler	104
4.77. 90 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi	105
4.78. 90 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları	106

ÇİZELGELER DİZİNİ (devam ediyor)

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
4.79. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	107
4.80. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	107
4.81. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	108
4.82. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	109
4.83. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi.....	109
4.84. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.....	110
4.85. 15 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler.....	111

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

F	: Uygulanan kuvvet
gr/cm ³	: Özgül ağırlık
M ₀	: Tam Kuru Haldeki Ağırlığı
M ₁₂	: Hava Kuru Haldeki Ağırlığı
N	: Newton
V ₀	: Tam Kuru Haldeki Hacmi
V ₁₂	: Hava Kuru Haldeki Hacmi
δ ₀	: Tam Kuru Haldeki Yoğunluğu
δ ₁₂	: Hava Kuru Haldeki Yoğunluğu

KISALTMALAR

ASE	: Su İtici Etkinlik
DTA	: Farklı Termal Analiz
IR	: Ftr Spectrumu
İYA	: İğne Yapraklı Ağaç
MPa.s	: Mili Pascal Second
MOE	: Elastikiyet Modülü
SEM	: Scan Electron Microscopy
YA	: Yapraklı Ağaç

BÖLÜM 1

1.1. GİRİŞ

Çok çeşitli alanlarda kullanılan ağaç malzeme çevreye zarar vermeyen, yenilenebilir tek doğal hammaddedir. Anatomik yapısı, fiziksel ve mekanik özellikleri ile kimyasal bileşimi ağaç malzemenin çok farklı ürünler halinde kullanılmasına olanak sağlamaktadır.

Ticari polimerlerin (plastik gibi) bağlarının kopmasında yalnızca sıcaklığın etkisi yeterli değildir. Kimyasal bağların kopması için 70 - 90 kcal/mol enerjiye ihtiyaç vardır. Saf sıcaklık etkisiyle oluşan tahribata termoliz, termolitik ya da pirolitik tahribat denir. Bu reaksiyon şartlarında oksijen işlem dışı tutulmuştur. Aslında termal tahribattan söz ederken bu tür reaksiyonlardan daha çok, termal - oksidatif tahribat akla gelir. Bu tür reaksiyonlar ise oksijenin katıldığı ya da bulunduğu termal destekli reaksiyonlardır (P Piispanen 2005).

Ahşap yapıştırıcıların termal işlem sırasındaki davranışları ile ağaç malzeme üzerinde gösterdikleri yaşlanma karakteristikleri henüz araştırılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, termal yaşlandırmaya tabi tutulan bazı ağaç yapıştırıcıların diğer yaşlandırma faktörlerinden bağımsız olarak, sıcaklığın yapıştırıcı yapısında sebep olacağı mekaniksel değişimlerini tespit etmek ve bunların yapışma direnci üzerindeki etkilerini belirlemektir. Bu amaçla 24+1 (kontrol) kombinasyonda D - VTKA, PVAc Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkallarıyla yapıştırılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Doğu Kayını ve Sapsız Meşe odun örnekleri 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklıklarda 15, 30, 45, 60, 75 ve 90 gün süreyle termal yaşlandırmaya tabi tutulmuştur.

1.2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Termal olarak modifiye edilmiş ekaliptus odununun hava kurusu yoğunluğu, yüzey pürüzlüğü (ortalama pürüzlük) ve liflere paralel basınç direnci üzerinde termal işlemin etkisi araştırılmıştır. Yüzey pürüzlülüğü liflere dik yönde yapılmış ve termal işlem sıcaklığı ve

muamele süresi arttıkça; yoğunluk, basınç direnci ve yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düştüğünü göstermiştir (Unsal ve Ayrılmış 2005).

Termal olarak muamele edilmiş kayında selülozun polimerizasyon derecesindeki düşüş, sıcaklık 120 °C'nin üzerine çıktığı zaman görülmesine rağmen, izole edilmiş selülozun DP deki düşüş 100 °C sıcaklıklarda baş gösterir. Hava ortamında ısıtma selülozun - OH gruplarının oksidasyondan dolayı karbonil, karboksilik ve kısa zincirli hidroperoksit gruplarının oluşumu meydana gelir. Uzun periyotlarda ısıtma ile karboksilik gruplardaki artışlarla karboksil gruplarının oluşumundan dolayı, selülozik materyallerin sarardığı gözlenir. CO₂ ve CO selülozun 170 °C ısıtılmasıyla oluşur ve elde edilen sonuçlar, hava ortamında yapılan ısıtma nitrojene ortamında yapılarına göre daha fazla olmaktadır. 300 °C üzerinde proliz oluşurken reaksiyon kinetiğinde bir değişim meydana getirir. Parçalanmış ürün formları diğer odun bileşenleriyle daha sonra ki zamanlarda reaksiyon verme kabiliyetinde olmalarına rağmen izole edilmiş selülozda bu durum kesin değildir (Sanderman and Augustin 1964).

Normal şartlar altında termal muamelenin optimizasyonu ve odun yapısı üzerindeki etkisi ışık ve elektron mikroskobu analizi ile araştırılmıştır. Dar yıllık halkalı ya da ilk bahar odunundan yaz odununa açık bir geçiş olan türler yaz odunu yapısındaki ciddi baskılar sebebiyle oluşmaktadır. Termal işlem görmüş çam türlerinin diri odunun reçine kanalları çevresinde yıllık halkalar, epitel hücreler ve paranzim hücrelerinde bazı çatlamlar belirlenmiştir. Buna karşın öz odun kesitinde böyle bir duruma rastlanmamıştır. Termal işlem görmüş radiata çamında bu olay çok net görülür ve bu türün kullanılabilirliğinin kısıtlayan bir faktördür. Enine yönde oluşan kopmaların neden olduğu liflere dik yöndeki hücre duvarlarındaki çatlamlar muamele edilmiş İYA türlerinde belirlenmiştir. Bu durum şok ve mekaniksel baskılardan sonra eğilme deneylerinde farklı şekillerde düşmelere sebebiyet verir. Bazı termal işlem görmüş türlerin maserasyonunda traheidler arasında ufak çatlaklar görülebilmektedir. Termal işlem yıllık halkaların paranzim hücrelerinde çatlama, sınırlı ve geniş çatlaklara yol açmadığı belirlenmiştir. Liflerin margolarının zarar görmediği belirlenmiştir. Douglas göknarı diğer türlerle karşılaştırıldığında termal işleme en duyarlı tür olduğu belirlenmiştir (Boonstra et al. 2006).

200 °C'nin altındaki şartlarda termal muameleyle YA'ların anatomik yapısı üzerindeki etkisi elektron ve ışık mikroskobu altında araştırılmıştır. Huş ve Kavak gibi türler hücrelerin yakınındaki libriform liflerinin deformasyonunu ve hücrelerin daha kolay kollapsa

uğramalarına sebebiyet verirler. Termal işlem görmüş huş ve kavaktaki radyal çatlaklar yıllık halkaların çevresinde gözlenmiştir. Buharla hidrotermoliz prosesi şartlarının optimizasyonu ile muamele görmüş türlerde oluşan zarar minimuma indirilebilir. Bu durum şok ya da mekaniksel baskılardan sonra çatlaklar göze çarpmaktadır. Bazı termal işlem görmüş türlerin maserasyonunda traheler arasında ufak çatlaklar belirlenmiştir. Termal işlem öz ışın paranzimlerinin hücrelerinde çatlama, sınırlı çatlaklar ve hücrede geniş çatlaklar gibi zararların olduğu belirlenmiş ve fibrillerin margolarında zarar belirlenmiştir (Boonstra et al. 2006).

66 °C ile %75 bağıl nem ve 82 °C ile %30 bağıl neme maruz bırakılan kompozit kereste, masif kereste Lamine edilmiş kaplama kereste (LVL) ve lamine edilerek yönlendirilmiş kereste (LSL) esneme özellikleri üzerinde termal muamelenin kalıcı etkileri araştırılmıştır. 3 yıl süreyle 66 °C and 75% RH maruzundan sonra masif-ladin-çam - göknar (SPF) ve Douglas göknarı orijinal kopma modüllerinin %72 ve kuzey çamında % 47 kadardır. 2 veya 3 yıllık maruzdan sonra LVL MOR değişimleri masif SPF ve Douglas göknarına benzer şekilde değişim göstermiştir. 6 yıllık maruzdan sonra SPF orijinal MOR %67 oranlarına düşmüştür ve LVL %26 ile %49 arasında değişmektedir. LSL'in MOR 28 aylık maruzdan sonra hem masif kereste ve LVL'den daha hassas olduğu belirlenmiştir. 21 aydan sonra at 82 °C ve %30 RH, masif kerestenin MOR %50 ile %55 arasındadır. LVL %41 ve LSL %45 civarındadır. Sonuçta tüm örneklerin elastikiyetleri termal muameleye karşı hasas olduğu belirlenmiştir. Masif odunun MOR üzerinde sıcaklığın etkisi sıcaklığın derecesine bağlıdır. Sonuçlara göre kompozit keresteler termal degradasyona karşı direnci çok hassastır. Türler ve ürün tipleri arasında MOR arasındaki farklılık düşük rutubette, yüksek rutubet oranlarına göre daha düşük olabileceği belirlenmiştir (Green et al. 2003).

175 ve 200 °C sıcaklıklarda 0, 1, 3 ve 10 saat huş odunu muamele edilerek renk ve direnç özelliklerinin nasıl etkileneceği araştırılmıştır. Bunun için istatistiksel olarak eğilme direnci ile üretim parametreleri arasında ve renk ile denge rutubetinin yardımıyla direncin belirlenmesi üzerinde 2 model oluşturularak sonuçlar incelenmiştir. Sonuçlar renk ve denge rutubetinin direnç özellikleriyle bir ilgisi olmadığını göstermiştir. Şok direncinin belirlenmesi için elde edilen değerin çok düşük olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci sonuçlarına göre 200 °C de 3 saat süren termal muamelede direncin maksimum oranda %43 düştüğü belirlenmiştir. Örneklerin renk homojenliği ölçüldüğünde termal işlem sonucunda elde edilen

rengin örnek üzerinde homojen bir yapıda olmadığı belirlenmiştir (Johansson and Mor'en 2006).

Çam ve ladin odunundan yapılan levhalar buhar altında 6 saat süreyle 225 °C muamele edilerek odunun dayanıklılığını ve boyutsal kararlılığı incelenmiştir. Bu paneller daha sonra dış ortamlarda yaygın kullanılan yüzey koruyucularla kaplanmış ve 5 yıl boyunca dış ortam maruz bırakılmıştır. Termal işleme tabi tutulmuş fakat yüzey koruyucuları uygulanmamış panellerin dış ortama gösterdiği direncin düşük bulunmuş ve bu örneklerin kahverengimsi bir hal aldıkları belirlenmiştir. Çatlama dirençleri bakımından termal işlem uygulanmış ahşap materyalle uygulanmamış arasında ciddi bir fark gözlenmemiştir. Termal işlem görmüş odunun dış ortam direnci su ya da solvent bazlı boyalarla artırılacağı belirlenmiştir (Jaemsae et al. 2000).

Sitka ladini nitrojen gazında ya da hava ortamında 160 °C sıcaklıkta 0,5 - 16 saat arasında muamele edilerek statik young modülü, statik eğilme testinde kopma için gereken çalışma ve şok direnci aynı zamanda şok direnci esnasında emilen enerjiyle hesaplanmış ve sonuçlar elde edilmiştir. Statik young modülü termal işlemin başlarında artmasına rağmen, sonlara düşmektedir. Ayrıca hava ortamında nitrojende olduğundan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Eğilme direnci termal işlemin ilk basamaklarında yükselmesine rağmen daha sonra düşüş göstermiştir. Bu durum hava ortamında nitrojende olduğundan daha düşük olduğu belirlenmiştir. Termal işlem süresi artarken kopma için gereken çalışma sürekli bir azalma gösterir. Nitrojen ortamında ise havada olduğundan daha düşük seviyededir. Bununda termal işlem görmüş odunun, termal işlem uygulanmamış olanına göre statik eğilmede daha gevrek olduğundan meydana geldiği düşünülmektedir. Kopma için gerekli çalışmanın azalmasına katkı sağlayan ana faktörün vizkosite ve plastiklik olduğu ve elastikliğin bir katkısının olmadığı belirlenmiştir. Şok direncinde emilen enerji termal işlemin ilk basamaklarında artmakta ve sonradan düşmektedir. Bu olay hava ortamında nitrojende olduğundan daha düşüktür. Sonuçta termal işlem uygulanmış odun şok direncinde daha fazla gevreklerdir. Çünkü eğilmede emilen enerji termal işlem süresince düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Kubojima et al. 2000).

Angelim vermelho, Duglas Göknarı, Diş Budak ve Melez örnekleri 3 farklı sıcaklıkta muamele edilerek 7 m/s'lik bir ön yükleme ile şok dirençleri ölçülmüştür. Bu ölçüm yapılırken yüksek hızda çekim yapabilen bir kamera kusur oluşumunun izlenmesinde kullanılmıştır.

Bilgisayar simülasyonları sayesinde kusur oluşum zamanı belirlenmiştir. Sonuçlar, bazı örneklerin eğilme dirençleri çok düşük olmamasına rağmen bazılarının dramatik boyutlarda olduğu belirlenmiştir. Bu durum da şok direncinin odun türüne ve cinsine bağlı olarak değiştiğini belirlemiştir (Kamdem et al. 2002).

Termal işlem görmüş odun ağır block ve modifiye edilmiş blok testi kullanarak çürüme dayanımı ve su absorpsiyonu, eğilme direnci, lignin içeriği ve asit içeriği incelenmiştir. Termal işlem görmüş odunlar daha fazla lignin içermektedir ve termal işlem görmüş odunda ekstraktif bileşikler ve bazı hemiselülozların parçalandığından termal işlem görmemiş odunla karşılaştırıldığında daha düşük asitlik sayısına sahiptir. Suyla ıslanma ya da yüksek bağıl nemle maruz boyunca odunun absorbe ettiği suyun önemli bir miktarı termal muamele görmüş odunda hemiselülozların uzaklaşmasını; ligninin parçalanması, ligninin benzer halkalarının ve organik asitlerin çapraz bağlanma reaksiyonlarından daha önemli olduğu belirlenmiştir. Odun örneklerinin saf bir kültür mantarıyla muamelesiyle ağırlık kaybının meydana geldiği belirlenmiştir. Bu ağırlık kayıpları 12 hafta boyunca yapılan testlerde 6. ya da 8. haftalar arasında görüldü. Testlerde G.trabumun %1'lik ağırlık kaybına neden olduğu ve P. placenia için ise %46 ağırlık kaybı olduğu belirlenmiştir. Termal işlem uygulanmış odun örneklerinde P. placenia %49,7 ve %33,9 olduğu tespit edilmiştir. G. trabeumda bu ağırlık kaybının %11 ve %14,8 olduğu belirlenmiştir. Bu da bize termal işlem örneklerinin mantar saldırılarının dirençlerinin orta seviyede olduğunu göstermiş ve dirençteki düşüşlerden dolayı yapılarda kullanımının sınırlı olacağı belirlenmiştir (Leijten 2004).

Huş odununun termal işlemi boyunca formik ve asetik asit oluşumu araştırılmıştır. Asit oluşumu (ağırlığına göre %7,2) ve renk değişimi 160 - 200 °C arasındaki sıcaklıklar kullanılarak otoklavda belirlenmiştir. Asidik pH şartlarında ve ticari olarak termal işlem uygulanmış huş odunu ile laboratuvar şartlarında termal işlem uygulanmış huş odunun arasındaki ortalama molekül boyutu muamele edilmemiş huşa göre % 42 - 53 düştüğü bulunmuştur (Sundqvist 2004).

Termal muamele görmüş ekalıptus odununun renk, fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin üzerine etkileri belirlenmiştir. Termal işlem uygulanmış ekalıptus örneklerine sertlik, şişme, fırın kurusu ağırlık ve örneklerin renk değişimi muamele edilmemiş örneklerle karşılaştırılarak test edildi. Sonuçlar termal işlem ile odun örneklerinin renkleri koyulaşırken, termal işlem sıcaklığına ve şartları artırdıkça yoğunluk, şişme ve sertlikte düşme görüldüğü belirlenmiştir (Sundqvist 2004), Termal işlem görmüş Kayın ve Doğu Ladini odunları

atmosferik şartlarda 2, 6 ve 10 saat 130 150 180 200 °C ısıtılmıştır. Sonuçlar fiziksel özelliklerden boyutsal stabilizasyonda termal işlemin memnuniyet verici olduğunu göstermiştir. Mekanik ve teknolojik özelliklerinin değerleri genellikle maruz olduğu şartların ve sıcaklığın ağırlaştırılmasıyla bir düşüşe sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Kimyasal özelliklerin, holoselülozların termal işlem süresince en çok degrade olduğunu belirlemiştir (Yıldız 2002).

BÖLÜM 2

GENEL BİLGİLER

2.1. TERMAL İŞLEMİN AHŞAP MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Termal işlem görmüş keresteler arasında doğal farklılıktan dolayı özelliklerindeki değişimlerde farklı olabilmektedir. Termal işlem görmüş odunun kimyasal ve fiziksel özellikleri kalıcı bir şekilde değişir. Özelliklerdeki değişim tamamen hemiselülozun termik degradasyonundan dolayı meydana gelmektedir. İstenilen değişimler yaklaşık olarak 150 °C'de elde edilmeye başlanır ve bu değişimler her kademedeki sıcaklığın artırılmasıyla devam eder, sonuçta nemden dolayı oluşan şişme ve büzülme düşer, biyolojik direnç artar, renk koyulaşır ve odundan birçok ekstraktif madde uzaklaşır, Termal işlemde sıcaklık en önemli etkidir, Ancak ağaç türü, termal işlem süresi, işlem atmosferi, basınç, rutubet miktarı ve sıcaklığın eşit dağılımı sonuca doğrudan etkisi bulunmaktadır (Viitanen et al. 1994). Odunun termal bozunması 100 °C sınırından itibaren başlamaktadır, 200 °C üzerinde yapısal hasar, odun bileşenlerinin tamamen dönüşmesi ve gaz fazındaki degradasyon ürünlerinin açığa çıkması gibi oluşumlar söz konusu olmaktadır. 270 °C'nin üzerinde odunun piroliz ve yanma olayı başlamaktadır (Fengel and Wegener 1989).

2.1.1. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Kimyasal Özellikleri Üzerine Etkisi

Yüksek sıcaklıklarda muamele sürecinde hemiselülozların, diğer makro moleküler bileşenlerden daha fazla degrade olduğu kabul edilir. Fakat selüloz ve Lignin direncini belirlemek zordur. Genellikle Polisakkaritlerin kaybı özellikle 180 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda başlamaktadır. Fakat bu durum muamele şartlarına bağlı olarak değişebilir. Farklı bileşiklerin degradasyonlarının net oranları kullanılan deney metodlarına bağlıdır. Bu alandaki çalışmaların çoğunda makromoleküler bileşenlerin nispi oranlarını belirlemek için standart gravimetrik analiz metodu kullanılmıştır (Beall 1971).

Yapraklı ağaç hemiselüloz üniteleri (pentozanlar), iğne yapraklı ağaç hemiselüloz ünitelerine (heksozlar) göre daha kolay degrade olurlar. Bu yüzden yapraklı ağaçlar, iğne yapraklı ağaçlara göre daha hızlı parçalanırlar. Bunun nedeni de yapılan çalışmalara göre yapraklı ağaçlarda daha fazla sayıda asetil grubunun olmasından dolayı kaynaklandığı ifade edilmektedir (Feist and Seli 1987).

2.1.1.1. Hemiselülozda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

Japon iğne yapraklı ağacı 75 ± 5 °C'de 200 ve 100 saat dumanla termal işleme tabi tutulmuş ve etkileri incelenmiştir. Dumanla ısıtmadan sonra özellikle diri odunda rutubet oranı düştüğü ve kerestelerde rutubet içeriğinin düzenli bir dağılım gösterdiği görüldü. 100 saat dumanla işlem görmüş odunla ve kontrol odunu arasında kimyasal bileşen miktarı olarak hemen hemen hiçbir fark belirlenmemiştir. Fakat 200 saat termal işleme tabi tutulan örneklerin hemiselüloz bozunmasının da olduğu belirlenmiştir, kristallik deki artışa, selülozun kristalleşmesi ve hemiselülozun termal bozunmasının dumanla termal işleme maruz bırakılmasından kaynaklandığı belirlenmiştir (Ishiguri et al. 2005).

Kayın ve çam odunları termal işleme tabi tutulup FTIR spektroskopunda analiz edilmiştir. Hemiselülozun asetil gruplarının parçalanması nemli şartlar ve artan sıcaklıklar altında ilk muamele basamağında gerçekleştiği bulunmuştur. Asetik gruplarının çoğunun yüksek sıcaklıklarda odunun muamelesi boyunca çatladığı bulunmuştur. Buna karşın bölgesel deasetilasyonunun yüksek muamele sıcaklıklarında oluştuğu bulunmuştur. Liginin kompleksinde oluşan esterler yeni karboksil grupları oluştuğu termal işlem görmüş odunda belirlenmiştir. Fakat odundan ayrılan hemiselülozda bu varlık tespit edilmemiştir. Esterleşme odununun higroskopluğunda düşüşte katkısının bulunduğu ve boyutsal stabilizasyon ve direnç gelişiminde rol oynadığı elde edilen sonuçlardan belirlenmiştir. Fakat higrotermal muamele işleminde higroskopluğunun düşüşünde esterleşmenin rolü, odunun termal işlemi boyunca oluştuğu bilinen çapraz bağlanma reaksiyonlarının etkisiyle karşılaştırıldığında çok önemsiz seviyelerde kaldığı belirlenmiştir (Tjeerdsma and Militz 2005).

2.1.1.2 Selülozda Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

Odunun en önemli bileşenlerinden olan selüloz yapısı gereği çok sağlam bir polimerdir. Bazı kanıtlar tersini söylemelerine rağmen selüloz degradasyonu, hemiselülozlardan daha yüksek sıcaklıkta olduğu kabul edilmektedir. Selülozun amorf kısımları termal degradasyondan en

fazla etkilenen kısımlardır. Bu bölgeler hemiselülozun heksozan bileşiklerine benzemektedir. Selülozun kristalin bölgeleri 300 – 340 °C sıcaklıklarda degrade olmaktadır. Selülozun degradasyonu su varlığında yapılırsa amorf bölgeleri iyileştirerek daha stabil kristalin bölgeler oluşumunu sağlarlar. Selüloz zincirlerinin parçalanması selülozun kristallik derecesinde düşüşler, alkalın ortamda çözülebilen oligosakkaritlerin oluşumuna sebebiyet verir. Selülozun polimerizasyon derecesi, 150 °C sıcaklıkta hava ortamında ısıtılırken hızlı bir düşüş göstermektedir (Kim et al. 2001).

Odun selülozünün kristalliğindeki değişimler kesintili ve kesintisiz artan sıcaklıklar şartları altında çalışılmış ve kristallikteki değişimler kesintili termal işlem muamelesiyle güçlü bir şekilde etkilendiği bulunmuştur. Kesintisiz ısıtma yöntemi, kesintili şartlarda olduğu gibi kristallerin genişlikleri ve piezoelektrik özelliklerinin aynı olduğu belirlenmiştir. Fakat kesintili yapılan muamele termal reaksiyonları durduran kritik soğuma noktalarına sebebiyet verdiği belirlenmiştir. Ayrıca kesintili yapılan termal muamelede odun selülozünün maksimum kristallığe ulaşması için gereken zamanın sürekli yapılan ısıtmaya göre 2 kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Bhuiyan et al. 2001).

Odunun yüksek sıcaklıklarda fırın kurusu ve nem içerikli şartları altında selüloz kristallerinin değişimi x-ray yardımıyla incelenmiştir. Sonuçta odun selülozünün kristalliğinin artırdığı ve kristalleşmenin çoğunun yüksek nemli şartlarda kuru fırın şartlarına göre daha fazla olduğu gözlenmiştir. Saf selülozda, her iki şartta da aynı oranda kristalizasyon belirlenmiştir. Buna karşın kristalizasyonun artışı odun selülozunda, saf selülozdan daha fazla olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre odun selülozünün yanında diğer odun bileşenlerinde muamele süresince kristalliklerinde artış gözlenmiştir. Odun selülozunda ve saf selüloz daha fazla yarı kristalin bölgeler belirlenmiştir (Bhuiyan et al. 2000).

2.1.1.3. Ligninde Meydana Gelen Kimyasal Değişimler

Ladin {*Picea abies* L}, İskoç çamı (*Pinus sylvestris* L) ve Radiata Çamı {*Pinus radiata* D} odun örnekleri 165-185 °C arasındaki sıcaklıklarda termal işleme maruz bırakılmış ve değişimler incelenmiştir. Odunda rutubet varlığı, asetil gruplarının parçalanmasıyla asetik asit oluşumunda önemli bir rolü vardır. Ayrıca su karbonhidratların parçalanmasında kataliz görevi yaptığı belirlenmiştir. Karbonhidratların parçalanmaya başlamasıyla odunun lignin içeriğinde bir artış meydana gelir. Lignin artışındaki nedenlerinden birinin de karbonhidrat

parçalanmasıyla paralel gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonlarının katkısı olduğu belirlenmiştir. Bu oluşan polikondenzasyon lignin matriksinde çapraz bağlanma oluşumuna sebebiyet verir. UV analizleri bu reaksiyonların, diğer aromatik yapılar ve furfural ve metil furfural arasında da gerçekleştiğini göstermiştir. Ayrıca örneklerdeki sorpsiyon değişimleri ligninde çapraz bağlanmadan dolayı düştüğü belirlenmiştir (Boonstra and Tjeerdsma 2006).

Termal işlem uygulanmış odun örneklerinin renk kararlığı Nitrojen ortamında 2 saat süreyle 240 °C'da sıcaklıkta termal işlem uygulanarak çalışılmıştır. Ladin, maritima çamı ve kavak öz odunu termal muameleden sonra 835 saat boyunca UV ışınlarına (UVA - 340 floresan lambalı QUV ekipmanı) maruz bırakılmıştır. Sonuçlar termal işlem görmüş odunun, termal işlem uygulanmamış oduna göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Termal işlem süresince ligninin birçok fenol monomerinde değişimlerden dolayı, serbest radikal ve oksijenin sebebiyet verdiği desredasyonun sınırlı seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Bu yüzden termal işlem görmüş odun açık hava şartlarına normal odundan daha iyi direnç göstermektedir (Ayadi et al. 2003).

Ladin buhar atmosferinde 180 - 225 °C sıcaklıklar altında 2 - 8 saat arasında muamele edilmişlerdir. Muamele görmüş örneklerin kimyasal analizinde ısıtma süresince karbonhidratların ligninden daha fazla degrade edici reaksiyonlara maruz kaldığı belirlenmiştir (Ale'n et al. 2002).

Odunun serbest radikal içeriğindeki ani artış 200 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda odun ısıtılarak belirlenmiştir. Bu değişimler ligninin yapısında daha yoğun bir çapraz bağlanmayla aromatik halkalar arasında birleşme reaksiyonlarının oluştuğunu bulunmuştur. Hidrotermal işlem, başlangıçta çözünebilen lignin parçalarının oluşumuyla sonuçlanmıştır. Fakat tekrardan bu parçalanma ürünleri polimerizasyon reaksiyonunun oluşumuyla farklı moleküller oluşturmaktadır. Bu oluşan moleküller ise büyük ihtimalle furfural ve diğer polisakkarit parçalanma ürünlerinin oluşturdukları moleküller olduğu belirlenmiştir (Garrote et al. 1999).

2.1.1.4. Termal İşlem Süresince Odunun Yapısında Asit Oluşumu

Doğal olarak, yeni kesilen bir odun genellikle 3 - 6 pH derecelerinde asidiktir. Bu durum yapısal bileşiklerdeki, yağ asitleri, asidik fenoller, düşük moleküllü asitler ve karbolik gruplar

gibi ekstraktiflerle açıklanabilir (Ekman, 1979; Balaban and Uçar, 2001; Jung and Raffael, 2002). Düşük konsantrasyonlu asetik asit emülsiyonu oda sıcaklıklarında kurutulmuş YA odununda belirlenmiştir. Buna karşın İYA'da asidik asit oluşumu olmadığı belirlenmiştir (Risholm-Sundman et al. 1998).

Odunun ısıtılması, hemiselülozun degradasyonunu asetik asidin tetiklemesiyle başlar. YA'da glukronoksilan ve İYA'da galaktoglukomannan hemiselülozlarının ana zincirine bağlı O-asetik asit olduğu iyi bilinir (Theander and Nelson 1988). Asetik asit ve formik asit emülsiyon emülsiyonu 100 °C'de Pinus radiatanın kurutulmasında belirlenmiştir. Odunun formik asit orijini net değildir ve analizi kolaylıkla yapılamaz. Çünkü özellikle bazı moleküller, çok düşük ağırlıkta ve uçucu olmasından kaynaklanmaktadır. Sert şartlar altında, 300 °C'de ve 30 dk'da formik asit genellikle karbon orijinlidir (%41 - 45). Benzer sonuçlar, pentozlarla laboratuarda 96 °C sıcaklıkta 72 saat muameleyle, formik asit uç karbonlarda elde edilmiştir. Genellikle karbon I, bazı yerlerde karbon V'den daha önemli olduğu belirlenmiştir (Ahmad et al.1995).

2.1.2. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi

2.1.2.1. Kütle Kaybı ve Boyutsal Değişim

Odunun ısıtılması; muamele metodu, sıcaklık ve maruz zamanına bağlı olarak odunun hacminde ve kütlesinde düşüşe sebep olur (Rusche, 1973; Fung et al. 1974). Termal muamele ile meydana gelen ağırlık kayıpları, mevcut hidroksil gruplarının azalmasıyla görülen odun yapısındaki suyun kaybı, hücre çeperindeki maddesel kayıplar ve hemiselülozların parçalanmasıyla meydana geldiği belirlenmiştir (Viitanen et al. 1994, Fengel and Wegener 1989)

110 – 180 °C sıcaklıklarda termal işleme maruz bırakılan kayın ve çam diri odununda meydana gelen kurutma deformasyonu incelenmiştir. Çam diri odununda boyuna yönde yüzey çatlaklarıyla, kollaps ve çarpılmalar olmaksızın kurutulmuştur. Buna karşın birçok durumda iç çatlaklar meydana gelmiştir. Kayın odununda, yüksek sıcaklıkta uygulanan ısı muamelesinden sonra boyuna yüzey üzerinde herhangi bir yüzey çatlağı görülmemiştir. Fakat

iç çatlak oluşumları çam diri odununkinden çok daha belirgin olduğunu belirlenmiştir (Schneider and Rusche 1973).

Düşük sıcaklıkta termal muameleyle, 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 oynadığını belirlenmiştir (Millet and Gerhards 1972).

Termal muameleden 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 termal muameleye maruz bırakılmış örneklerde teğet yön radyal yönle karşılaştırıldığında daha fazla daraldığı belirlenmiştir (Lin 1969).

Hava ortamında 170 °C sıcaklıkta Douglas göknarının termal işlemi süresince 30 saatlik ısıtılmadan sonra kütle kaybı kinetik düzenine göre gerçekleştiği belirlenmiştir. Bu durum ayrıca bağlı suyun buharlaşmasından dolayı olan ilk kütle kaybına sebep olduğu bulunmuştur, Termal degradasyondan dolayı olan kütle kaybı, hava ortamında ısıtma yapılırken daha yüksektir (Mitchell 1988). Ayrıca hava ortamında termal degradasyondan dolayı oluşan kütle kaybı (100 – 200 °C sıcaklıklarda) vakum yada Nitrojen altında ısıtılan odun örneklerinde olduğundan daha yüksek olmaktadır. Kuru ve nemli şartlar altında bir reaktörde 300 °C'de odun örnekleri ısıtıldığında, su varlığında kütle kaybının daha hızlı gerçekleştiği bulunmuştur. Fakat toplam kütle kaybı hem kuru ve hemde nemli şartlarda aynı değerde stabil bir hal aldığı belirlenmiştir (Rusche 1973).

Termal degradasyonun nemli şartlar altında kuru şartlara göre daha fazla gerçekleştiği belirlenmiştir. Termal muameleden dolayı oluşan kütle kaybı, hidro ya da higrotermal proses kullanıldığı zaman daha yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun yanında hidrotermal muamele ısıtılmış buhar muamelesiyle karşılaştırıldığında ağırlık kaybı oranının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. YA genellikle, belirli şartlar altında ısıtıldığında 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).

200 °C sıcaklıkta kuru şartlar altında kesikli ve sürekli ısıtma yapılarak iki yöntem karşılaştırılmış ve sonuçların ısıtma zamanıyla yakından ilgili olduğu belirlenmiştir. Termal muamele sonucunda soğutma yapılması odunun yapışım etkili bir şekilde dengeleyen bir periyot olduğu ve böylece termal işlem süresince kristallikte fazla oranlarda değişimin olması engellendiğini belirlenmiştir (Bhuiyan et al. 2001).

Nitrojen ortamında 240 – 290 °C'ler arasındaki sıcaklıklarda odun 30 dk muamele edilmiş ve bu muameleyi takiben yapılan incelemelerde kristallikte herhangi bir değişim belirlenememiştir. Termal işlemde dolaylı kristallikteki değişimin çalışılmasında 10 dk buharlama ile 120 – 220 °C sıcaklıklardaki maruz sonucunda kristallik de bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Buna karşın aynı sıcaklıklarda 20 saat hava ortamında ısıtma ile kristalliğin düştüğu belirlenmiştir. Nem ortamında pamuk selülozunun, selüloz kristalliği incelenmiştir, 300 °C sıcaklıkta 1 saat maruz sonucunda kristallikte herhangi bir parçalanma görülmemiştir, Fakat 320 °C sıcaklıklarda 20 dk ısıtmadan sonra kristallikte bozulmalar meydana gelmiştir, Kristalin boyu ve yoğunluğundaki düşüş seviyeleri farklılık göstermiştir, Bu durum kristallerin termal parçalanmalarının heterojen olmalarından kaynaklanmaktadır, Bu değişimlerde yine selülozun kristalliğindeki değişimlerle ilgili olduğu belirlenmiştir (Kim et al. 2001).

2.1.2.2. Boyutsal Stabilizasyon

Boyutsal stabilizasyondaki artış, termal olarak modifiye olmuş odunda elde edilebilmektedir. Fakat gözlenen etkiler ısıtma işlemine bağlı olarak değişmektedir. Yapılan alışmalar sonucunda boyutsal stabilizasyonun yalnızca kimyasal maddelerin kullanılmasıyla değil, sadece ısı muamelesiyle sağlanabileceği sonucuna varmışlardır (Yıldız 2007).

Boyutsal stabilizeyi ve kereste performansını için normal termal muamelelerle araştırılmıştır. Karbonhidratların atlamasıyla oluşan katalizle hemiselülozdan ayrılan asetik asit formasyonu olması karbonhidratların polimerizasyon derecesinin düşmesine neden olur. Asit katalizi ile degradasyon bazı Ligninin atlamalarıyla formaldehit, furfural ve diğer aldehit formasyonları oluşur ve ilk reaksiyon basamağındaki tüm oluşumlar lignin ünitesindeki bazı

aldehit ürünlerinin oluşmasına sebep olduğu düşünülmüştür. Bazı lignin ünitelerinin aromatik halkalarında serbest reaktif alanların sayısındaki artış bu fazda daha önceden gerçekleşir. Fakat bir sonraki basamağa kadar sürer ligninin oto kondenzasyonunun 2. muamele basamağı aromatik halkalarla birleşen metilen köprülerin formasyonunun olduğu ifade edilmiştir. Aromatik nükle alanlar demetaksilasyonla serbest kalır ve çatlamayla pozitif yüklü benzilik karbon oluşur. Aldehit gruplarının bazı reaksiyonları metilen köprülerinde aromatik zincirle birleştiğinde ligninde aromatik nükle alanlar ilk basamak sonunda meydana gelirler. Boyutsal stabilitedeki gelişimini ve odunun higroskopisitesinin azalmasıyla çapraz bağlanmada artış olduğu belirlenmiştir (Tjeerdsma et al. 1998).

Odunu panelleri ile Polietilen yapıştırıcılar kullanılarak yapışma direnci ve termal işlemin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Örnekler hazırlandıktan sonra yapılan testlerde termal işlem sonucunda yüzeyde ki bağlanmayı sağlayan fonksiyonel grupların koptuğu ve bu yüzden kontak açısının arttığı belirlenmiştir. Bu sayede Polietilen ve odun yüzeyi arasındaki bağlanma gücü termal işlem görmemiş ahşap materyale göre çok daha fazla olduğu yapılan mekanik testler sonucunda belirlenmiştir (Tjeerdsma et al. 1998).

Sahil çamı ve ekaliptus odun örnekleri hava ortamda buharla birlikte otoklav içerisinde 2 - 12 sa ve 190 - 210°C sıcaklıklarda ısıyla muamele edilmiştir. Sonuçta odunun su-alış verişinde önemli iyileşmeler meydana gelmiş, denge rutubet oranı çamda %46 ve ekaliptus %61 oranlarında düşmüş ve Boyutsal stabilizasyon yükselmiş ve yüzey ıslanabilirliği düştüğü belirlenmiştir. Bunların yanında mekaniksel özelliklerden elastikiyet modülü çok az etkilemiştir (Çamda %5, ekaliptusda %15 oranında düşmüştür). Fakat eğilme direncinde ciddi düşüşler gerçekleştiği belirlenmiştir (Çam için kütle kaybı %8'den %40'a kadar ve ekaliptus odunu için %9'lardan %50'lere kadar yükselmektedir). Ekaliptusun termal muameleye verdiği tepki iğne yapraklılara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Esteves et al. 2006).

İYA örneklerinin ASE değerleri hem muamele sıcaklığı hem de zamanına bağlı olarak değişmektedir. Termal muameleden sonra elde edilen ASE'deki artış, ısıtmadan dolayı oluşan ağırlık kaybına karşı oluşan değişimler asimtatik bir ilişkiyi takip ettikleri gözlenmiştir. Ağırlık kaybı %20'ye yaklaştığında ASE değeri maksimuma ulaşır. Fakat elde edilen sonuçlar hava varlığında değişir ve daha düşük ASE değerleri havasız ortamda elde edildiği bulunmuştur. 165 °C'den 205 °C'ye değişen sıcaklıklarda kuru odunun ısıtılması, ASE' deki

düşüş 6 saat ya da daha fazla sürede olduğu bulunmuştur. Fakat odunun su varlığında ısıtıldığı zaman, odunun yapısında su kaybına sebebiyet veren termal degradasyonları önlediği bulunmuştur. Hava ortamın da ısıtılmış (yumuşak atmosfer) odunlarla karşılaştırıldığında ASE'de ciddi düşüşler meydana geldiği belirlenmiştir (Rusche 1973).

Ladin ve kayın örnekleri 175 °C ve 195 °C sıcaklıklar arasında termal işlem uygulanmış ve örnekler doğal ve yapay dış ortam koşullarına tabi tutulmuştur. Örnekler termal işlemde sonra kontrol örneğiyle karşılaştırıldığında dış ortam performansının daha iyi olduğu ve boyutsal stabilizasyonunun daha yüksek olduğu ve önemli derecede düşük bir higroskopik özellik kazandığı belirlenmiştir. Bunun yanında ladin örneklerinin higroskopluğu termal işlemde sonra önemli derecede düşmesine rağmen, dış ortam performansı belli bir süre sonra kötüleştiği belirlenmiştir (Feist and Seli 1987).

2.1.2.3. Higroskopisitedeki Değişim

Odunun higroskopluğu, termal modifikasyonun sonucu olarak düşer, bu düşüş zaman ve proses sıcaklığıyla ilgilidir. 300 °C'de hava ortamında termal olarak modifiye edilen çamın %90 RH'daki EMC değeri 1 saatlik muamele edilmiş odunda termal işlem görmemiş oduna göre daha düşüktür. Isıtma Nitrojen altında yapıldığında, termal olarak muamele edilmiş odunun sorpsiyon kapasitesi 60 dk. ısıtma zamanından sonra düşmüş ve daha sonra değişmemiştir. Hava varlığında ve yokluğunda termal muamele görmüş odunun sorpsiyon davranışı, muamele zamanı ve sıcaklığı artarken odun örneklerinin sorpsiyon kapasitesinin düştüğü belirlenmiş. Fakat örnekler 200 °C 'de hava ortamında ısıtıldığı zaman kütle kaybı yaklaşık %20 olduğunda ilerleyen ısıtma periyotlarında (Kayın için 24 saat ve Ladin'in için 48 saat) tekrar artmaya başladığı belirlenmiştir (Rusche 1973). Termal işlemde dolayı nispi kütle kaybı ve sorpsiyon kapasitesindeki düşüş hava ortamındaki termal muamelede daha fazla olmuştur. Kayın odunu, Ladinle karşılaştırıldığında sorpsiyon davranışında ciddi bir düşüş belirlenmiştir. Nitrojen ve hava akımı altında 15 saat 300 °C'de Douglas göknarı ısıtılmış ve 10 saatlik bir periyotlar süresinde %90 ve %30 RH da örneklerin EMC belirlenmiştir. İlk periyotlarda belirlenen EMC değerleri muamele görmemiş odunla karşılaştırıldığında düşük olmasına rağmen, bu değerler her periyot da daha da düşmüş ve hava ortamında ısıtılan odunun EMC değerleri 5. periyottan sonra muamele görmemiş

odundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu davranışın odunda sadece sınırlı değerlerde olduğu belirlenmiştir (Schneider 1973).

Dört YA türü hava ortamında 220 °C'de 2 saat süreyle ısıtıldığı zaman EMC değerlerinin modifiye olmamış kontrol örnekleriyle karşılaştırıldığında %50 azaldığı belirlenmiştir. Muamele zamanının etkisinin araştırıldığı bir çalışmada EMC değeri üzerinde farklı muamele zamanların etkisi, örnekler yüksek RH değerlendirildiğinde dengelenerek bulundu. Yüksek RH maruz kalan örneklerde sorpsiyon davranışı arasında hiçbir farklılık bulunamamıştır. Desorpsiyon izoterm şekillerindeki değişim hayli azdır. Termal işlemden dolayı higroskopiklikteki değişimler desorpsiyon prosesiyle karşılaştırıldığında absorpsiyon boyunca daha net olduğu belirlenmiştir. Desorpsiyon izoterm şekli, modifiye olmamış odunun klasik sigmoidal şekliyle karşılaştırıldığında daha lineer durumda olduğu görülmüş ve sorpsiyon ve desorpsiyon eğrileri arasındaki histerezlerde bir düşüş belirlenmiştir. (Repellin and Guyonnet 2005) şişmedeki düşüş, hemiselülozdaki degradasyondan dolayı oluşan sorpsiyon kayıplarının katkısının olmadığı belirlenmiştir. Termal muamele görmüş odunun ıslanabilirliği, modifiye olmuş odunun hidroksil içeriğinde düşüşten dolayı düşmüş ve bunun hemiselülozun uzaklaşması degradasyonunun sonucunda odunun hücre duvarında önceliği olan sorpsiyonlarının (OH grupları) sayılarındaki düşüşle ilgili olan sorpsiyon kapasitelerindeki düşüşten dolayı olduğu düşünülmektedir (Petrisans. 2003). 60 °C'den 200 °C'ye değişen sıcaklıklarda örneklerin 1 saat muamelesi, muamele sıcaklığı artarken (modifiye olmamış odun için 65 °C'den 145 °C ve 200 °C'ye ısıtma için) kontak açısının önemli derecede arttığı bulunmuştur. Düşük sıcaklıklardaki ıslanabilirlik değişimleri yüzeye lipofilik ekstraktiflerin taşınmasında Buna karşın daha yüksek sıcaklıklar makro moleküler hücre duvar değişimleriyle sonuçlanır ve OH içeriğinde bir düşüş meydana gelmektedir (Keith and Chag 1978).

2.1.2.4. Renk Değişimi

Odunda oluşan fiziksel değişim muamele metoduna bağlıdır. Hava ortamında gerçekleşen kararma nitrojen ortamında yapılara göre daha fazla gerçekleşir. Sugi (*Sryptmeria japonica* D. Don) odunu 180, 200, 220 °C sıcaklıklarda 2, 4, 6, 8 dk. buharla ve 4, 8, 12, 16 ve 20 dk. ısıyla muamele edilmiş ve ısı muamelesi süresince renk değişimleri incelenmiştir. L * a * b tekniğine göre yapılan renk testleri sonucunda 180 °C'de buharla yapılan örneklerde düşük

seviyelerde sararma gözlenmiştir. 200 ve 220 °C ısı muamelesiyle odun yapısında koyulaşma gözlenmiştir. Sonuçta çeşitli zaman periyotlarında ve özellikle yüksek sıcaklıklardaki tüm örneklerde koyu bir renk değişimi belirlenmiştir (Inoue et al. 1993).

Kayın örnekleri atmosferik şartlar altında termal işleme tabii tutularak odunda iç çatlama mekanizmanın anlaşılabilmesi ve renk ölçümleriyle odunun direnç özelliklerinin tahmin edebilmek için çalışmalar yapılmıştır. Sonuçlar renk ve direnç kayıpları arasındaki ilişki olmadığını göstermiştir. 50 mm veya daha fazla kalınlıktaki kayın panellerinde iç çatlama üzerinde kütle kaybının çatlak oluşumunu artırıcı bir etkisi olduğu belirlenmiştir. Bununda termal işlem sırasında oluşan kuruma stresinin yol açtığı ifade edilmiştir (Johansson 2005).

Yüksek sıcaklıkta ve düşük sıcaklıklarda kayın odununda oluşan iç çatlaklar araştırılmıştır. Test sonuçlarına göre 50 mm'den kayın örneklerde iç çatlamanın büyük boyutlarda olduğu gözlenmiştir. Bununda yüksek sıcaklıkta kurumada meydana gelen kuruma stresinden gerçekleştiği belirlenmiştir (Johansson 2005).

65 - 95 °C'de sarıçam ve ladinin diri odununun termal muamelesinde renk değişimleri gerçekleştiği belirlenmiştir Ekstraktiflerdeki bileşikler bu değişikliklerin ana sebebi olduğunu belirlenmiştir. Sonuç olarak renk değişimleri kompleks değişimlerin orijinlerinde lignin, hemiselülozun degradasyonu ve belirli ekstraktif bileşiklerden kaynaklandığını belirlenmiştir (Sehlstedt-Person 2003).

Daha yüksek sıcaklıkta daha koyu bir renk elde edilebilmekte ve İYA ağaçlarda renk sürekliliği, kullanılan odunun yoğunluğuna ve ilkbahar ya da yaz odunu olup olmasına bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir. Kullanım esnasında renk performansını belirlemek için bazı çalışmalar yapılmıştır (Bourgois et al. 1991).

Termal olarak modifiye olmuş odunun renk stabilizesi hızlandırılmış dış ortam direnci süresince kontrol örneklerinden daha iyi olduğu belirlenmiştir. Fakat renk, termal işlem görmüş odun da bir dış koruyucuyla muamele edilmezse kaybolduğu gözlenmiştir (Ayadi et al. 2003).

2.1.2.5. Koku Oluşumu

Degradasyon ürünlerinin çoğu, termal işlem muamelesi süresince oluşur ve bunların bazıları hoş kokulu olmayabilir. Furfural gibi çoğu organik asitler ve aldehitlerin güçlü kokuya sahip olduğu bilinmektedir ve degradasyon ürünleriyle oluşabilir. Termal işlem görmüş odunun hoş olmayan kokusu muameleden 2 - 3 hafta sonra kaybolduğu belirlenmiştir (McDonald et al. 2002).

2.1.2.6. Selülar Yapı ve Çatlaklar

Termal muamele süresince odunda hem yüzeyde hemde uçlarda çatlak problemleri meydana gelebilmektedir fakat modifiye olmuş odun, muamele görmemiş odunla karşılaştırıldığında hücre boyutlarında hiçbir net değişim gözlenmemiştir (Hietala et al. 2002).

2.1.3. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Mekaniksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Termal 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 oluştuğu bilinen formik ve asetik asit formasyonu öncelikle hemiselülozdan başlayarak birçok odun bileşenini tahrip eder ve bunun sonucunda kütle kayıpları meydana gelir. Kütle kayıpları sonucunda özgül kütlenin düşüşü diğer özgül kütleyle bağlı olan mekaniksel özellikleri de olumsuz yönde etkilemektedir.

Kayın odununun mekanik özellikleri, boyutsal stabilizasyonu ve renk değişimi üzerinde yüksek sıcaklığın etkisi araştırılmıştır. Sonuçta mekanik özelliklerde düşüşün gerçekleştiğini, odunun boyutsal stabilizasyonunun arttığını ve odun renginin koyulaştığı belirlenmiştir. Termal işlem sıcaklığı 200 °C'ye yaklaştıkça renk değişiminin arttığı ve bu renkteki koyulaşmanın 4 saat muameleden sonra daha da yoğunlaştığı belirlenmiştir. Yüksek sıcaklıkta muamele edilmiş ahşap materyalin eğilme direncindeki ortalama düşüşün %5 - 40 arasında olduğu, elastikiyet modülünde bu değerlerin (MOE) %4 - 9 oranlarında olduğu belirlenmiştir. Isıtma zamanı ve sıcaklığının, renk değişimi üzerinde nispi nemden daha

önemli olduğu bulunmuş ve toplamda renk değişimi, elastikiyet modülü ve eğilme direnci arasında güçlü bir bağ olduğu belirlenmiştir (Bekhta and Niemz 2003).

2.1.3.1 Direnç ve Yüzey Kabalığı

Odunun direnci sıcaklıkla birinci dereceden ilgilidir. Dirençteki lineer düşüşler 200 °C'den 160 °C'ye doğru değişen sıcaklıklardaki artışlarda daha net göze çarpar. Isının odun üzerinde etkileri 2 tipte toplanabilir. Artan sıcaklıkla oluşan ani etkiler ve odun polimerlerinin termal parçalanmasına neden olan kalıcı etkiler. Isıyla oluşan ani etkiler düzeltiler. Fakat kalıcı etkiler düzeltiler. Ani ve kalıcı etkilerin birleşimi daha fazla zarar meydana getirir. Yeter ki rutubet olmayan bir çevrede ısıtılan odunun başlangıç etkisi dehidrasyondur. Sıcaklık 55-65 °C'de ilerleyen periyotlarda (2 - 3 ay) Hemiselüloz ve hemiselülozun depolimerizasyonu yavaşça baş gösterir. Bu süre ilerledikçe pirolizin 250 °C de hızlı gerçekleştiği görülmüş olan hücre duvarı polimerlerinin buharlaşması, havasız ortamdaki kömürleşme oluşumu ve hava varlığında gerçekleşen tutuşma artar. 102 °C'de 335 gün fırında ısıtılan duglas göknarın MOE %17, MOR %45 ve liflerde oluşan stresin sınırları %3,3 oranlarında düşmektedir (Millet and Gerhards 1972). Aynı kayıtlar 160 °C'de 7 gün içinde gözlenebilmektedir. Havasız ortamda 10 dk. 210 °C'de ısıtılan İYA'nın MOR %2, sertliği %5 ve yüzey kabalığı %5 oranlarında düşmektedir. 280 °C'de aynı şartlar altında MOR %17. sertlik %21 ve yüzey kabalığı %40 oranlarında düşer. Her iki örnekte ısı, hava ve zamanın birleşik etkilerini gösterdiği belirlenmiştir (Feist et al. 1973; L Van et al. 1990).

15 dk. periyotlarda Nitrojen altında 20 °C'den 295 °C'ye kadar ısıtılan aynı örneklerle 25 °C'de ısıtılan çam örneklerinin fotomikro grafiklerinin karşılaştırıldığında hücre yapılarının hala bozulmadığı görülmüş. Fakat hücre duvarı elemanları pirolizle kararmıştır. 82 °C'ye maruz kalan çam odunun kararması arabinozdaki kayıplar ve ksiloz da oluşan düşüşten gerçekleşir. 82 °C'de -bu kararma daha sonra arabinozun ve ksilozun furan halkalarının hidrolizle koyu kahverengi furfuralın oluşumuna katkıda bulunur. Son 20 yılda odunun direnci üzerinde artan yüksek sıcaklıklar ve maruzun kalıcı etkileri yoğun bir şekilde çalıştığı belirlenmiştir (Winandy 2001).

Kinetik esaslı model tahminleri geliştirilmiştir. Odunun polimerik yapıtaşları, yapısı ve tahmini modellerinde oluşan değişim gibi direnci üzerinde kalıcı termal etkiler

çalışılmaktadır (Winandy and Lebow 2001). Hemen hemen 100 türün analizi sistematik olarak farklı yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Bunu kinetik modellerin geliştirilmesi takip etmiş ve kalıcı etkilerin gerçekleşmediği termal bileşiğin olduğu fikri çürütülmüştür (Lebow and Winandy 1999). Bu çalışmalar, odunun termal degradasyonunun bir süreliğine olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat 40 - 50 °C altındaki çoğu ortam sıcaklıklarında degradasyon olma oranları çok küçük olduğu için ihmal edilebilmektedir. Mekanik özelliklerdeki kayıba ksiloz, galaktoz ve arabinozdaki kayıplar eşlik etmektedir. Gerçekleşen en büyük kayıp başlangıç direncinde gerçekleşen kaybın sebep olduğundan dolayı Arabinozda gerçekleşmektedir. MOE ve MOR artan sıcaklık ve zaman süresince devamlı düştüğü ve bu durumun glikoz, ksiloz, galaktoz, arabinoz ve mannozdaki düşüşler sebep olduğu belirlenmiştir (Gren et al. 2003).

Yüksek sıcaklıkta odunun muamelesi, direnç, yüzey kabalığı ve aşınma direncinde bir düşüşe sebep olur. Yüksek sıcaklıklarda muamele sonuçlarına göre mekanik özelliklerde düşüş göze çarpmaktadır. Yine bu çalışmada elde edilen sonuçlar, direnç düşüşlerinin 200 °C'nin altındaki sıcaklıklarda gerçekleştirilerek minimize edilebileceği belirtilmiştir (Boonstra et al. 1998). Dirençteki düşüş, yapılan termal işlemin tipine göre ciddi oranda etkilenir. Ayrıca direnç kayıplarında higrotermik, hidrotermal şartlarda ve hava ortamında, havasız ortamda karşılaştırıldığında kapalı sistemlerde açık sistemlerde karşılaştırıldığında düşüş daha fazladır YA aynı şartlar altında muamele edildiğinde İYA'dan daha fazla direnç kaybı olduğu tezimizde belirlenmiştir (Chang and Keith 1978).

Termal olarak muamele edilmiş olan örneklerin yüzey kabalığı belirlenerek Karaağaç ve Kayın örneklerinin kavak ve Akçaağaç göre daha fazla degrade olduğu belirlenmiştir. Douglas göknan, sarıçam ve sitka ladininin higrotermal muamelesinde önemli bir düşüş belirlenmiştir. Bu durum 177 °C sıcaklıkta 4 saat muameleden sonra %50,8 saat muameleden sonra %75 olmaktadır. Mekaniksel özelliklerdeki düşüş yüzdesi, muamele sıcaklığıyla lineer bir ilişkisi vardır. Bu bilgilerin ışığında, 95 °C'deki sıcaklıktaki 32 saat muameleyle, mekaniksel özelliklerde hiçbir düşüşün olmadığı düşünülmektedir. İYA'lar buhar ortamında daha fazla degrade olduğu belirlenmiş ve bu esnada büzülme ve kollapsa uğrama meyilinde bir artış gözlenmektedir. Erimiş metal altında termal olarak muamele edilen odunun mekanik özelliklerindeki değişiminde belli bir kinetiğine uyulduğu bulunmuştur. Bunun belirlenmesinde erimiş metalde termal olarak muamele edilmiş odun farklı zaman ve

sıcaklıklarda (160 – 320 °C) yıkanmış ve muamele edilmiş örneklerin yüzey kabalığı belirlenmiştir. %50 ASE değeri, yüzey kabalığının yarı yarıya düştüğünü belirlenmiştir (Chang and Keith 1978).

Odun 300 °C'de muamele edildiğinde yüzey kabalığındaki düşüş, ağırlık kaybı %13 iken %50 düşme, ağırlık kaybı %30 iken %90'lık bir düşüş gerçekleşir. Nitrojen ve hava altında ısıtılmış örnekler arasında hiçbir fark belirlenmemiştir. Bu muameleler de kullanılan sıcaklık ticari olarak kullanılan sıcaklıklardan daha yüksektir. Kayın ve çamın termal muamelesinde direnç kaybı %1'lik kütle kaybı için %20 olmaktadır. Fakat termal kütle kaybı %10 olduğu zaman %80 olmakta ve daha sonra hızlı bir şekilde artmaktadır. Düşük direnç kayıpları kısa ısıtma periyotlarında bulunmasına rağmen sadece %1 bir termal kütle kaybındaki değişim modifiye olmamış odunda %60 oranında daha azdır, Mekaniksel özelliklerdeki düşüşün kinetiği daha fazla araştırılmalıdır. Değişken şartlar altında odunun termal işleminin çalışılmasında, lineer ısıtma zamanında direnç kaybı gerçekleşmiş ve lineer bir ilişki bulunmuştur. Mekaniksel özelliklerdeki düşüş, belirli bir kanununa uyulduğu belirlenmiştir (Rusche 1973).

2.1.3.2. Eğilmede Elastikyet Modülü (MOE)

Eğilme direncinde genelde düşüş 220 °C'den sonra başlamaktadır. Sonuçlar termal işlem görmüş odunun elastikyet modülünün değişmesi üzerinde önemli olmadığını göstermiştir. Odun örnekleri %45 ve 65 nispi nemde kondisyonlanmaktadır. Odunda budak bulunması termal işlem görmüş odunun direnç değerlerini; termal işlem uygulanmamış olana göre daha düşük olur. Bu diğer faktörler arasında reçinenin odundan ekstrakt edilmesindedir. %12 rutubetteki Ladinin Referans Değerleri; Elastikyet Direnci 40 - 50 N/mm², Elastikyet Modülü 9,700 - 12,000 N/mm². Eğilme Direnci, termal işlem görmemiş odunla karşılaştırıldığında %40'dan daha fazla düşüş gösterdiği belirlenmiştir. Bu kusurlu olan bölgelerde daha da fazla olmaktadır. Fakat 4 saat 190 °C'lik düşük sıcaklıklarda termal işlem görmüş odunda bu düşüş çok daha azdır. Termal işlem görmüş olan odundaki az ya da çok orandaki düşüşten dolayı termal işlem görmüş odunun yapılarda kullanılması tavsiye edilmemektedir. Birçok çalışmada, odun termal olarak kısa zaman periyotlarında muamele edilmiş ve MOE'de küçük bir artış olduğu belirlenmiştir. MOE'deki düşüş muamele sıcaklığı ve diğer şartlara bağlı olarak değişmektedir. Kayının termal degradasyonunun ve çamın farklı

sıcaklık ve zaman periyotlarında termal işlem çalışmalarında direnç ve maksimum yükteki kayba kütle kaybına 1. etkisi olmasına rağmen, muamele ve türleri hesaba katmadan, MOE'deki kayıp, kütle kaybı %8 geçtiği zaman önemli bir durum aldığı belirlenmiştir (Yıldız et al. 2006).

Ekalıptus odunu üzerinde %25'lik ASE değeri ve 180 °C sıcaklıklarda 3 saat termal işlemin etkisi, odunun direnç özelliklerinden elastikiyette eğilme modülü ve lifler dik çekme direncinin etkilendiği, bunun yanından boyutsal stabilite hakkında bazı sonuçlar elde edilmiştir. Çalışma sonuçları termal muamelelerin, odun direncini ciddi olarak etkilediğini göstermiştir. Muamele edilmiş odunun çekme direnci %26 oranlarında düşmesine rağmen, MOE değerleri normal odunun değerlerinden daha yüksektir. Yapılan gerek liflere paralel gerekse liflere dik eğilme dirençleri arasında ciddi bir yakınlık belirlenmiştir (Santos 2000).

Çeşitli türlerin 115 °C'den 175 °C'ye değişen sıcaklıklarda, hava ortamında kurutularak ısıtıldı ve MOE'deki ilk başlangıçta artış olmuştur ki daha sonra hızlı bir düşüş gerçekleşir. Bu özelliklerdeki düşüş oranı, muamele sıcaklığı artışıyla birinci dereceden ilgilidir. (Kubojma et al. 2000), çeşitli odun örnekleri 160 °C sıcaklıklarda Nitrojen ve hava çeşitli periyotlarda termal işleme tabi tutuldu. MOE değişimi muamele atmosferleriyle ilgilidir. Yukarıdaki çalışmaya göre MOE, kısa ısıtma periyotları altında artar ve ısıtma Nitrojen altında yapıldığında sabit kalmaktadır. Fakat ısıtma hava ortamında düşer. Eğilme direnci ayrıca ilk başta artar ve daha sonra artan ısıtma ile düşer, bu durum hava ortamında daha fazla olduğu belirlenmiştir (Millet and Gerhards 1972).

Çam odunu kısa periyotlarda 180 – 250 °C sıcaklık altında su buharı kullanılarak ısı ile muamele edilmiş ve sonuçta çam odununun eğilme direncinin kontrol örneklerine nazaran %14 oranında azaldıkları belirlenmiştir. Kayın ve çam diri odunları 100, 130, 150, 180 ve 200 °C sıcaklıklarda 6, 24 ve 48 saat süreyle termal muameleye maruz bırakılmış ve 150 °C üzerindeki sıcaklıklarda eğilme direnci ve elastikiyet modülünde ciddi bir düşüş gözlenmiş ve aynı düşüş basınç ve şok direncinde yapılan işte de belirlenmiştir. 180 °C sıcaklıklardaki basınç direnci Çam ağacı diri odununda kayın odununa göre daha az oranda gerçekleştiği belirlenmiştir. 130 °C sıcaklıklardaki muamelelerde çam diri odununun şok direncinde yapılan iş önemli derecede düştüğü belirlenmiştir (Viitaniemi 1997).

140 – 180 °C sıcaklıklarda 15 - 30 saatlik zaman periyotlarında sert lif levhaya uygulanan ısı muamelesinden sonra, eğilme ve çekme dirençlerinin benzer davranışlar gösterdiği belirlenmiştir. Muamele süresinin uzunluğuna bağlı olarak öncelikle direnç değerlerinde hafif bir artış kaydedilmiştir. Daha düşük sıcaklıklarda daha yavaş olmak üzere muamele sıcaklığı yükseldikçe direnç değerlerinde hızlı bir düşüş gözlenmiştir. Böylece eğilme direnci, 180 °C sıcaklıktaki 1 saatlik uygulama ile %20 artış gösterirken, 13 saatlik uygulamadan sonra %50 oranında bir düşüş sergilemektedir. 160 °C, 2 - 3 saatlik uygulama ile % 16,30 saatlik uygulama ile %28, 150 °C için 4 saat uygulama ile % 12 50 saat uygulama ile %18 ve 140 °C için 12 saatlik uygulama ile %12 ve 50 saatlik uygulama ile %4 oranlarında düşüş belirlenmiştir (Schneider 1971).

105 – 155 °C sıcaklıklarda 10 - 160 saat arasında değişen sürelerde okalıptus odunu muamele edilmiş ve sonuçta eğilme direncinde, elastikiyet modülünde, basınç ve makaslama dirençlerinde ciddi düşüşler olduğu belirlenmiştir. (Rusche 1973), kayın ve ladin örnekleri 100 – 200 °C sıcaklıklarda 96 saat süreyle hava ve vakum altında ısıyla muamele edilmiştir. Aynı oranda ağırlık kaybı değerlerinde, maksimum. Direnç ve maksimum yüklemeye kadar yapılan işin çekme direncinde, basınç direncine göre daha fazla olduğu belirlenmiştir. (Bekhta and Niemz 2003), 200 °C sıcaklık da ısıtılan Ladin odunun %50 oranında eğilme direncinde kayıp olduğu belirlenmiş ve bu durumda MOE üzerinde çok az bir düşüşe sebebiyet vermiştir (Vital et al. 1983, Chang and Keith 1978) odun örneklerinin MOE termal modifikasyondan sonra ufak artışlar gösterdi. Fakat daha aşırı muamelelerde MOE'de bir düşüş olmuştur. Kapalı sistemlerde 150 °C sıcaklıkta nemli şartlar altında odunun termal muamelesinden dolayı MOE'deki düşüşün belli bir kinetiğe uymadığı belirlendi. Bu sıcaklıkta kuru muameleler de genellikle MOE'de küçük artışlar olur ve bu durumda uzun ısıtma periyotlarında oksijen varlığında olduğu beklenmektedir. Nem mevcutken ancak tüm MOE'de kısa ısıtma periyotlarında düşüşler gerçekleştiği belirlenmiştir (Mitchell 1988).

Nemli odun örnekleri ile kuru fırın olan odunun ısıtıldığı da MOE'de ciddi bir düşüş olduğu görüldü; fakat kısa ısıtma periyotlarında herhangi bir düşüş eğilimi görülmez. Termal olarak muamele görmüş odunun mekaniksel özellikleri belirlenirken budak gibi kusurların uzaklaştırılması önemlidir. Çoğu çalışmada değişik olmasına rağmen termal işlem görmüş odun için bazı limitler belirlenmiştir. (Bengtsson et al. 2003).

220 °C'de higrotermal olarak muamele edilen ladin ve çam örnekleri çalışılmış ve eğilme direncinde %50'lik bir düşüş bulunduğu ve buna paralel olarak MOE'de kayıplar gözlenmiştir. Termal olarak modifiye olmuş odunun normal oduna göre daha fazla gevrek olduğu belirlenmiştir (Kim et al. 1998).

Sarıçam örnekleri 60 – 240 °C sıcaklıkta muamele edilmiş ve kuruma etkilerini non-linear parametreler (B/A) ve elastikiyet modülü (MOE) zayıfladığı belirlenmiştir. 140 °C çevresinde odun özellikleri hem lineer hemde non-lineer arttığı fakat daha sonra 230 °C'de özelliklerin ciddi oranda düştüğü belirlenmiştir (Heaggström 2005).

2.1.3.3. Eğilme Direnci (MOR)

Kopma direnci yoğun bir muamele sıcaklıkları kullanılarak yapılan çalışmalarda Ladin, Çam ve Huş kullanılmış ve test sonuçlarına göre kopma direncinin %30 - 40 oranda düştüğünü ve bu düşüşün yüksek sıcaklıkta daha fazla olduğunu göstermiştir. MOE'nin aksine, kısa periyotlarda termal işleme maruz kalmış odunun MOR direncinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir. Bu durum MOR'da hata oluştuğunda liflerdeki eş değer baskısından dolayı olduğu düşünülmektedir. Bu durum odunun son eğilme direncine etkisinin olduğu bulunmuştur. Termal olarak muamele edilmiş odunun fiziksel özellikleri gibi MOR'da oluşan düşüş muamele şartlarından dolayı gerçekleşmektedir. Çoğu termal değişimlerin saf oksijen ortamında bulunmasına rağmen kapalı sistemlerde 150 °C sıcaklıkta hava ortamında kuru muamele ya da nitrojen ortamında MOR'da meydana gelen düşüşlerin önemsenmeyecek kadar düşük olduğu belirlenmiştir. Fakat nemli şartlar altında MOR, muamele şartlarına bağlı olarak düştüğü belirlenmiştir. Nemli şartlarda odunun termal degradasyonundan dolayı MOR'daki düşüş ilk sıra kinetiğine uymadığı gözlemlendi ve lineer olmayan bir eşitlik kullanılarak özellik değişimleri belirlenebilmektedir (Kim et al 1998), nemli odun örneklerinin hava ortamında ısıtılması fırın kurusu odunun ısıtılmasıyla karşılaştırıldığında MOR'da ciddi bir düşüş olduğu belirlenmiştir. Ayrıca örnekler artan periyotlar süresince 120 °C gibi düşük sıcaklıklarda ısıtıldığında MOR'da ciddi bir kayıp olduğu belirlenmiştir (Dinwoodie 2000).

2.1.3.4. Şok Direnci

Test sonuçları termal işlem görmüş odunun şok direnci değerlerinin normal kurutulmuş kerestelerden daha az olduğunu göstermiştir. Yüksek sıcaklıkta (220 °C ve 3 saat) test sonuçları termal işlem görmüş odunun şok direncinin yaklaşık olarak %25 kadar düştüğü belirlenmiştir (Mayes and Oksanen 2002).

2.1.4. Termal İşlemin Ahşap Malzemenin Biyotiksel Özellikleri Üzerine Etkisi

Termal işlem görmüş odunun biyolojik direncini ölçmek için 3 tip test yapılır. Bu testler EN 113 standartlarına göre gerçekleştirilmektedir. Deneyle küçük örneklerde kısa sürelerde yapılır. 8, 16, 24 ve 32 haftalar arası test mantarı *Coniopharaputeara* ve *Poriaplacenta* ki bu mantarlar en yaygın ve en fazla çürümeye sebep olan biyolojik zararlıdır. Sonuçlar kahverengi çürüklüğe karşı direncin termal işlem görmüş odunda daha iyi olduğunu göstermiştir (Fengel and Wegener 1989), yapılan çalışmalarda ısıyla muameleyle tahrip edici mikroorganizmalara karşı odun biyolojik olarak dayanımının arttığı gözlenmiştir. (Troya and Navarrete 1994), kavak odunu 220, 230, 240, 250 ve 260 °C sıcaklıklarda 5, 10, 15, 20 saat termal muamele sonucunda kavak odununun çürüme direnci ciddi oranlarda arttığı belirlenmiştir. Sıcak hava ve sıcak yağla yapılan termal muameleden sonra deniz zararlıları ile ilgili çalışmalar halen devam etmesine rağmen ilk yayınlanan sonuçlara göre termal işlem uygulamasının olumlu etkiler gösterdiği belirlenmiştir (Rapp and Sailer 2000).

Yüksek sıcaklıklarda (150 - 280° C'lik bir bölgede) odunun muamele edildikten sonra basidiomycetes, küflenme ve beyaz çürüklük mantarları maruz edildikten sonra direnç araştırılmıştır. *Radiata* çamının termal işlem muamelesi *Coniophora puteana* ve *Poria placenta* gibi kahverengi çürüklüğe karşı dirençlerinde net bir gelişme olduğunu göstermiştir. Proses sıcaklığı ya da zamanının artması *C. Puteana* saldırılarına ve beyaz çürüklük mantarları *Coridus versicolor* karşı hayli sınırlı bir direnç göstermiştir. Muamele edilmiş sarıçam öz odunu ve huş odunu *C. Puteana*, *P. Placentaya* ve beyaz çürüklük mantarı *C.versicolona* karşı yüksek bir direnç gösterdikleri belirlenmiştir. Termal muamele süresince *C. Putezma* saldırılarına karşı direncin geliştiği belirlenmiştir. Dirençteki olumlu gelişme özellikle beyaz çürüklük mantarı *C. versicolor* ve *stereum hirsutum* direncinde gözlenmiştir. Proses sıcaklığı ya da proses zamanının artması *C. versicolor* saldırılarına karşı direnç artışları sınırlı olmaktadır. Termal işlem görmüş Sarı Çam ve Doğu Ladinin muamelesi

boyunca hemiselüloz parçalanmasından dolayı yüzeylerde oluşabilecek mantar oluşumlarına hala şüpheyle bakılmaktadır. Çünkü Termal işlem görmüş odun örneklerinin üzerinde mavi renklenme oluşumu gözlenmiştir (Boonstra et al. 2006).

2.1.4.1 Böcek Saldırıları

Yapılan testlere göre termal işlem görmüş odunun böceklere karşı direncinin iyi olduğunu göstermiştir. Fakat özellikle termal işlem görmüş çam ağacına bal arılarının yumurtalarını bırakmaları için en uygun yer olduğunu göstermiştir. Bunun nedeninin de termal işlem görüş odunun terpen emülsiyonunun normal odundan daha düşük olduğundandır. Aynı zamanda bu durum tennitler içinde geçerli olduğu için tehlikeli bir durum arz etmektedir. Çeşitli türlerin odun örnekleri 150 °C buhar ortamında ve 150 °C'de hava ortamında çeşitli periyotlar süresince *C. formosonus* ya da *speratus* termit türleriyle saldırı ortamında ısıtma yapılmıştır (Doi et al. 1999).

2.2. YAPIŞMA TEORİSİ

Tutkallar, iki malzemeyi birbirine yapıştırmada kullanılan sıvı kıvamda metalik olmayan maddelerdir. Sertleşmiş bir tutkal katmanı her biri birleştirmenin performansında önemli rol oynayan, 5 farklı halkadan meydana gelmektedir.

Bütün maddeler gibi, yapıştırıcılarda gerek sıvı, gerek katı durumda olsun, kendi molekülleri arasında elektro manyetik kurallara bağlı olarak belli bir çekim kuvvetine sahiptir. Katı ve sıvı maddelerin kendi molekülleri arasındaki bu çekim kuvvetine kohezyon kuvveti denir. Kohezyon kuvveti, bir anlamda malzemenin mekanik özelliklerini belirler. Kohezyon kuvvetinin büyüklüğü ise yapıştırıcının kimyasal yapısına bağlı olup, ortalama %30'dan fazla dolgu maddesi kullanılması Kohezyon kuvvetini olumsuz yönde etkiler. Tutkal katmanında hapsedilen hava veya buhar miktarı da bu halkanın mukavemetini önemli miktarda etkilemektedir. Tutkal eriyiğinin hazırlanması ve yüzeye sürülmesi esnasında, yani sıvı halde iken moleküllerle beraber hareketli olan Kohezyon kuvveti, yapıştırıcının sertleşmesinden sonra sabitleşir. Yapıştırıcılardan beklenen başarının sağlanabilmesi için üretimlerinde kullanılan yüksek moleküllü maddelerdeki Kohezyon kuvvetleri diğer maddelerden daha büyük olmalıdır.

Farklı iki maddenin yüzey molekülleri arasındaki atomik çekim kuvvetine adhezyon kuvveti denir. Yapıştırma işleminde mekanik adhezyon ve spesifik adhezyon olmak üzere iki adhezyon kuvveti etkilidir. Akışkanlığa bağlı olarak, yapıştırıcının ağaç malzeme içerisine nüfuz edip sertleşmesiyle oluşan bağ sonucu elektrostatik kurallara bağlı atomik çekim kuvvetine spesifik adhezyon denilmektedir.

Ağaç işleri endüstrisinde kullanılan tutkallar direnç özelliklerine göre Çizelge 2.1 'de sınıflandırılmıştır.

Çizelge 2.1. Direnç özelliklerine göre tutkalların sınıflandırılması(TS 5430 EN 204, 2003)

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 mekanlar

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

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

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

2.2.1. Tutkallı Birleştirmede Yapışma Direnci

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

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 (Tank 1995).

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

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

2.2.2. Tutkallı Birleştirmelerde Mekanik Deneyler

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

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

2)Yapışan odun yüzeylerinde kopmadan sonra görülen odun ve lif miktarını belirleme (lif oranı metodu). Bu metoda yapıştırılmış iki odun parçasını birbirinden ayırmada çekme, makaslama, yarılma deneyleri kullanılmaktadır. Bu metotlardan birincisi, özellikle kontrplakların yapışma mukavemetlerinin tespitinde ve çeşitli tutkalların denenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Masif 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.

2.2.3. 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.

2.2.3.1. Odun Yapısı

Dağmık 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 tutkallanma diri odun ve ilkbahar odununda genellikle daha kolay, odun yoğunluğu arttıkça daha zor olmaktadır (Chung 1968).

2.2.3.2. Yüzey Yapısı ve Düzgünlüğü

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

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

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

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

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

2.2.3.3. Pres Basıncı ve Presleme Süresi

Yapıştırılacak ağaç malzemede 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 N/mm², sert ağaçlarda ise 0,2 - 1,6 N/mm² arasında olmalıdır (Göker ve Bozkurt 1986).

Düzgün yüzeyli parçaların yapıştırılmasında yeterli basınç uygulandığında, tutkalın bir yüzeyden diğer yüzeye transferi yeknesak olmakta ve yapışma direnci en iyi sonucu vermektedir. Kusursuz yüzeylerin birleştirilmesinde 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direnci en yüksek değere ulaşmaktadır (Franklin 1989).

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

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

2.2.3.4. 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 (Viskosite, 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. Viskositenin 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 1997).

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

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

2.3. KULLANILAN AĞAÇ MALZEMELER

2.3.1. Sarıçam (*Pinus sylvetris* 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 2001).

Çizelge 2.2. Sarıçam odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

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

2.3.2. 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 2001).

Çizelge 2.3. Doğu Kayını odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

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

2.3.3. 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. İlkbahar 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 2001).

Çizelge 2.4. Sapsız Meşe odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

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

2.3.4. Uludağ Gökna (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. Gökna, özellikle mobilya, lambri, pervaz, kaplama levhası üretiminde ve inşaat sektöründe yapı malzemesi olarak kullanılır. Ayrıca kutu, kafes, ambalaj, sandık, fiç, oyuncak vb. yapımında tercih edilir. Uludağ Gökna odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri Çizelge 2.5' de verilmiştir (Örs, 2001).

Çizelge 2.5. Uludağ Gökna odunun bazı fiziksel ve mekaniksel özellikleri

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

BÖLÜM 3

MATERYAL METOD

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 petraea* 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 204, 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

Bu çalışmada PVAc, D - VTKA, Üre Formaldehit, Fenol Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları kullanılmıştır.

PVAc, kokusuz, yanıcı olmayan tutkaldır. Oda sıcaklığında ve hızlı bir şekilde katılaştır. 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 150 – 200 g/m² tutkal sürülür (Örs 1987).

TS 3891 standardına göre PVAc tutkalı uygulanmıştır. PVAc tutkalının yoğunluğu, 1.1 g/cm^3 , viskozitesi $13.000 - 17.000 \text{ MPa. s}$ 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).

Üretici firma (1999), üretici firma tarafından, tek komponentli olarak belirtilen Desmodur-VTKA tutkalı mobilya endüstrisinde montaj kademelerinde oldukça fazla kullanılmaktadır. Tek komponentli, serbest çözücülü tutkaldır. Odun, metal, polyester, taş, çam, seramik, PVC ve diğer plastik malzemeleri yapıştırma için kullanılır. Uygulamada yüksek rutubetli yerlerde tavsiye edilir. 20°C ve % 65 rutubette yapıştırma işlemi gerçekleştirilir. Üretici firmanın önerisine göre, tutkal yüzeye $180 - 190 \text{ g/m}^2$ olarak uygulanır. Tutkalın viskozitesi 25°C 'de $14.000 \pm 3.000 \text{ MPa. s}$ yoğunluğu ise 20°C 'de $11 \pm 0.02 \text{ g/cc}$ ve soğuk hava şartlarına karşı dayanıklıdır.

Üre ve formaldehitin kademeli bir şekilde kondenzasyonla elde edilir. Sıvı üre formaldehitin üretiminde, formaldehitin üreye olan mol oranı 1.5 - 2.0 arasındadır. Katı üre formaldehitte ise bu oranın 4,6 olması gerekir. Üre karbon dioksit ve amonyak kullanılarak sentetik olarak elde edilir. Formaldehit ise buhar şeklinde metanolün havanın oksijeniyle okside edilmesinden elde edilir.

Üretici firma (2002), Üre formaldehit reçineleri renksizdirler. Çekme güçleri ve sertlikleri fenolik reçinelere göre daha üstündür. Ancak fenolik reçinelere göre suya ve çarpmalara karşı dirençleri azdır. Amonyum klorür üre reçinesinin sertleşmesi için kullanılır. Sıvı halde raf ömrü oda sıcaklığında yaklaşık üç aydır. Toz halinde olan üre formaldehit ise kapalı kaplarda saklanması halinde raf ömrü bir yıldan fazladır. Sıcaklığa bağlı olarak, üre formaldehit ile yapılan tatbikatlarda, reçinenin pişerek sertleşme süresi değişmektedir. Sıcaklığın düşük olduğu hallerde sertleşme süresi uzundur(Kaya 2004). Üretici firmanın önerisine göre, tutkal yüzeye $120 - 300 \text{ g/m}^2$ olarak uygulanır. Tutkalın viskozitesi 25°C 'de $13.000 - 16.000 \text{ MPa. s}$ yoğunluğu ise 20°C 'de $1.23 \pm 0,05 \text{ g/cc}$, 20°C 'deki pH değeri 8.05 ± 0.3 'dir.

Üretici firma (2002), Fenol formaldehitin temel bileşenleri, fenol ve formaldehittir. Fenol ham petrolden elde edilir. Fenol'un temel bileşenleri toluen ve benzendir. Toluen benzoik asitten dönüştürülür, benzen ise propilen ve cumen'in karışımıdır. Benzoik asit ile birlikte fenolü

oluşturur. Fenol ve formaldehit, FF reçinesi içinde bir karıştırıcı yardımıyla birleştirilir. Lamine ağaç malzeme için %30'luk, OSB ve HB için %50'lik katı içerik ve koloidal çözelti olarak ahşap ürünleri fabrikalarında yaygın olarak işleme alınmaktadır. Bu sıvı, kokusuz, koyu kahverengi ve kesinlikle yanmazdır. İşlem esnasında, fenol formaldehit reçinesi, üre formaldehit reçinesi gibi bağlarını güçlendirmiş ve polimerize edilmiştir. Fenol formaldehit çözeltisi, fenol ve formaldehitin 2.2 mol oranlarında formaldehitin çoğu FF yapısı içinde üç boyutlu kuvvetli bağlar ile sürekli bir şekilde yapıştırılacaktır. Serbest formaldehit, üre formaldehitin pres esnasında bırakıldığı gibi, aynı şekilde pres esnasında bırakılır (Çolakoğlu, 1998). Üretici firmanın önerisine göre, tutkal yüzeye 120 - 300 g/m² olarak uygulanır. Tutkalın viskozitesi 20 °C'de 1250 - 1500 MPa. s yoğunluğu ise 20 °C'de 1.2 ± 0,05 g/cc' dir.

Üretici firma (2002), Melamin Formaldehitin polikondenseleşmesi ile üretilir. Kömür, kireç, hava ve sudan elde edilir. Melamin reçinesi, fenol reçinesine benzer 110 - 130 °C sıcaklık etkisiyle sertleşebilir. Bu tutkal daha çok sıcak tepkimeye giren özelliktedir. Uygulama şekli rulo veya seri üretim tutkallama makineleri ile uygulanabilir. Depolama süresi 20 °C'de toz halde 5 - 6 ay film halde ise 2 ay yüzeye 180 g/m² olacak şekilde uygulanır. Pres basıncı İYA 5 - 10 kg/cm², GYA 15 - 20 kg/cm²'dir. Tutkalın viskozitesi 20 °C'de 1300 - 1600 MPa. s 20 °C'deki yoğunluğu ise 20 °C'de 1.2 ± 0,05 g/cc' dir.

3.2. METOD

3.2.1 Termal yaşlandırma

Deney örnekleri, ağaç malzemelerin ve yapıştırıcıların kimyasal yapısı da gözönünde bulundurularak 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklıklarındaki kuru hava sterilizatörlerinde sırasıyla 15, 30, 45, 60, 75 ve 90 gün süreyle ASTM D1183 - 3 standardına göre termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş, yaşlandırma sonrası deney örneklerin ağırlıkları ±0.01 hassasiyette ölçüm yapabilen terazide ölçülmüş ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar oda sıcaklığı şartlarında bekletilmiş ve yapışma direnci testi universal test cihazı ile belirlenmiştir.

ASTM D1183 - 3: Yapıştırıcıların sıcaklığa ve zamana bağlı olarak laboratuvar ortamında yaşlandırılması ve yapıştırıcıların yapışma direncini kapsamaktadır.

3.2.2. Hava Kurusu Yoğunluk

Hava kurusu yoğunluğunun belirlenmesi için 20x10x150 mm boyutlarında örnekler kullanılmıştır. Örneklerin rutubetleri TS 2471, yoğunlukları TS 2472 esaslarına uyularak belirlenmiştir (TS 2471, 1976; TS 2472, 1976). Buna göre; deney örnekleri 20 ± 2 °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 kurusu haldeki ağırlık (M_{12}) ve hacim (V_{12}) değerine göre hava kurusu yoğunluk (δ_{12});

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

3.2.3. Tam Kuru Yoğunluk

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

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

3.2.4. Mekanik özellikler

3.2.4.1. Yapışma Direnci

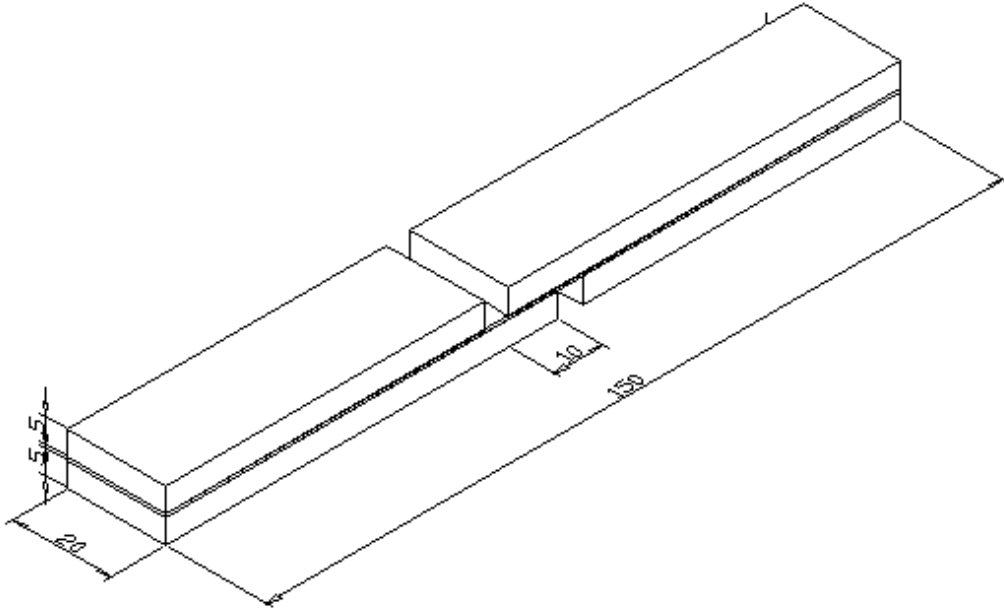
PVAC, Fenol formaldehit, Melamin Formaldehit, Üre Formaldehit ve D-VTKA tutkalları ile aşağıda belirtilen şartlara göre yapıştırılmıştır. Tutkal çeşidine göre, yüzeylere 150 - 200 g/m² hesabıyla tutkal sürülmüştür. Tutkal çeşidine göre, üretici firma tarafından belirtilen sıcaklık, basınç ve süre değerlerine göre papeler kaplamalar presleme konumunda yerleştirildikten sonra yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. TS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre panel kalınlığı 5 mm olacak şekilde, 10x20x150 mm ebatlarında net ölçülerde hazırlanmıştır

(Şekil 3. 1). Tutkal türü, sıcaklık bekletme süresi ve ağaç türüne göre her grubu temsil edecek şekilde (5x4x7x4x5) 2800 adet örnek hazırlanmıştır. Deney örneklerinin yapışma yüzeyine 5 mm/dk yükleme hızıyla kademeli çekme kuvveti uygulanarak Üiversal test cihazı ile(Şekil 3. 2) tutkal hattından koparılmaya çalışılmıştır (TS EN 205, 2004).

Kopma anındaki maksimum kuvvet (Fmax) tespit edilerek yapışma direnci (σ_y);

$$\sigma_y = \frac{F \max}{A} = N / mm^2 \quad \text{eşitliğinden hesaplanmıştır}$$

Burada, $A = a \times b =$ yapışma yüzey alanı (mm^2)



Şekil 3.1. TS EN 205 standartlarında belirlenen esaslara göre hazırlanmış deney örneği



Şekil 3.2. Üniversal test cihazında yapışma direnci deneyi

3.2.5. 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. Hava Kurusu Yoğunluklar

Sarıçam, Uludağ Gökarnarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması ile elde edilen kontrol gruplarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.1’de ve çoklu varyans analizi sonuçlarına ilişkin bilgilerde Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kontrol gruplarının hava kurusu yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar (gr/cm³).

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	0,68	0,65	0,71	0,013
	PVAc	0,70	0,67	0,73	0,010
	Fenol Formaldehit	0,69	0,67	0,72	0,033
	Üre Formaldehit	0,65	0,62	0,68	0,040
	Melamin Formaldehit	0,66	0,63	0,69	0,034
Doğu Kayını	D - VTKA	0,74	0,71	0,77	0,024
	PVAc	0,71	0,68	0,74	0,011
	Fenol Formaldehit	0,75	0,72	0,78	0,021
	Üre Formaldehit	0,73	0,71	0,76	0,024
	Melamin Formaldehit	0,71	0,68	0,74	0,011
Sapsız Meşe	D - VTKA	0,75	0,67	0,73	0,093
	PVAc	0,81	0,78	0,84	0,073
	Fenol Formaldehit	0,72	0,79	0,85	0,036
	Üre Formaldehit	0,81	0,69	0,75	0,099
	Melamin Formaldehit	0,73	0,70	0,76	0,022
Uludağ Gökarnarı	D - VTKA	0,40	0,37	0,43	0,035
	PVAc	0,50	0,47	0,53	0,021
	Fenol Formaldehit	0,48	0,45	0,51	0,013
	Üre Formaldehit	0,47	0,44	0,50	0,032
	Melamin Formaldehit	0,45	0,42	0,48	0,025

Kontrol grubuna ilişkin yoğunluk değerleri arasında en yüksek değeri ($0,81\text{gr/cm}^3$) Sapsız Meşe odunun PVAc ve Üre Formaldehit tutkallarla olan etkileşiminde, en düşük yoğunluk değeri ise ($0,40\text{gr/cm}^3$) Uludağ Göknarı odunun D - VTKA tutkalı olan etkileşiminde bulunmuştur.

Çizelge 4.2. Kontrol gruplarının hava kuru yoğunluklarına ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	1,42	19	7,48	67,48	0,00
Sabit Terim	43,46	1	43,46	39163,32	0,00
A	4,45	4	1,11	10,04	0,00
B	1,32	3	0,44	399,32	0,00
A - B	4,89	12	4,08	3,67	0,00
Hata	8,87	80	1,11		
Toplam	44,97	100			
Düzeltilmiş Toplam	1,51	99			
A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü					

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, kontrol grubunda tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yoğunluk değeri üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.1.2. Tam Kuru Yoğunluklar

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması ile elde edilen kontrol gruplarının tam kuru yoğunluklarına ilişkin istatistiksel bilgiler Çizelge 4.3'de ve çoklu varyans analizi sonuçlarına ilişkin bilgilerde Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Kontrol grubuna ilişkin tam kuru yoğunluk değerleri arasında en yüksek değeri ($0,78\text{ gr/cm}^3$) Sapsız Meşe odunun PVAc ve Üre Formaldehit tutkallarla olan etkileşiminde, en düşük yoğunluk değeri ise ($0,37\text{gr/cm}^3$) Uludağ Göknarı odunun D - VTKA tutkalı ile olan etkileşiminde bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.3. Kontrol gruplarının tam kuru yoğunluklarına ilişkin istatistiksel sonuçlar (gr/cm^3).

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarıçam	D - VTKA	0,65	0,63	0,68	0,027
	PVAc	0,64	0,61	0,66	0,025
	Fenol Formaldehit	0,68	0,65	0,70	0,035
	Üre Formaldehit	0,58	0,55	0,60	0,029
	Melamin Formaldehit	0,61	0,58	0,63	0,030
Doğu Kayını	D - VTKA	0,69	0,66	0,71	0,020
	PVAc	0,65	0,62	0,67	0,035
	Fenol Formaldehit	0,70	0,67	0,72	0,034
	Üre Formaldehit	0,69	0,66	0,71	0,027
	Melamin Formaldehit	0,67	0,65	0,70	0,020
Sapsız Meşe	D - VTKA	0,68	0,65	0,70	0,025
	PVAc	0,70	0,66	0,71	0,025
	Fenol Formaldehit	0,78	0,75	0,72	0,049
	Üre Formaldehit	0,67	0,64	0,69	0,027
	Melamin Formaldehit	0,70	0,67	0,72	0,022
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	0,40	0,37	0,42	0,027
	PVAc	0,45	0,42	0,47	0,015
	Fenol Formaldehit	0,44	0,42	0,47	0,013
	Üre Formaldehit	0,43	0,40	0,45	0,015
	Melamin Formaldehit	0,43	0,41	0,45	0,013

Çizelge 4.4. Kontrol gruplarının tam kuru yoğunluklarına ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi ($P < 0,05$)
Düzeltilmiş Model	1,23	19	0,65	85,80	0,00
Sabit Terim	37,65	1	37,65	49638,096	0,00
A	1,15	4	1,05	13,861	0,00
B	1,32	3	0,38	506,28	0,00
A - B	4,25	12	3,54	4,67	0,00
Hata	6,06	80	7,58		
Toplam	38,94	100			
Düzeltilmiş Toplam	1,29	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, kontrol grubunda tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yoğunluk değeri üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur.

4.2. MEKANİKSEL ÖZELLİKLERE İLİŞKİN BULGULAR

Bu çalışmada, Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknaı odunları, Yapıştırıcı olarak PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Melamin formaldehit ve Üre Formaldehit yapıştırıcıları kullanılmıştır. Deneme numuneleri oluşturularak 15, 30, 45, 60,75 ve 90 günlük bekletme süreleri ile 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklık şartlarında termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş, mekanik testlerden yapışma direnci testi uygulanmış çalışmaya ilişkin bulgular aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Kontrol grubuna ait örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin bulgular

Sarıçam, Uludağ Göknaı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol gruplarının termal yaşlandırmaya tabi tutulmamış durumdaki örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.5’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.6’de ve Duncan testine ait veriler 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin ortalama değerleri (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,49	11,70	13,27	0,98
	PVAc	13,08	12,30	13,87	0,71
	Fenol Formaldehit	13,53	12,74	14,31	0,98
	Üre Formaldehit	13,86	13,07	14,64	0,74
	Melamin Formaldehit	13,67	12,88	14,45	0,39
Doğu Kayını	D - VTKA	13,62	12,84	14,41	0,32
	PVAc	14,36	13,57	15,14	0,73
	Fenol Formaldehit	15,36	14,57	16,14	1,09
	Üre Formaldehit	12,84	12,06	13,63	0,99
	Melamin Formaldehit	12,25	11,47	13,04	0,92
Sapsız Meşe	D - VTKA	14,27	13,49	15,06	0,40
	PVAc	14,05	13,71	15,28	1,76
	Fenol Formaldehit	14,49	13,71	15,28	1,28
	Üre Formaldehit	12,21	11,43	12,99	0,72
	Melamin Formaldehit	11,68	10,89	12,46	0,73
Uludağ Göknaı	D - VTKA	11,58	10,80	12,36	0,41
	PVAc	11,77	10,99	12,55	1,03
	Fenol Formaldehit	12,21	11,43	12,99	0,76
	Üre Formaldehit	10,88	10,09	11,66	0,75
	Melamin Formaldehit	11,94	11,15	12,72	0,53

Sarıçam, Uludağ Gökarnı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu kontrol grubunda en yüksek değeri (15,36 N/mm²) Doğu Kayını Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,88 N/mm²) Fenol Formaldehit - Uludağ Gökarnı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.6. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	154,97	19	8,15	10,50	0,00
Sabit Terim	16756,39	1	16756,39	21574,74	0,00
A	21,69	4	5,42	6,98	0,00
B	80,24	3	26,74	34,44	0,00
A - B	53,03	12	4,41	5,69	0,00
Hata	62,13	80	0,77		
Toplam	16973,50	100			
Düzeltilmiş Toplam	217,10	99			
A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü					

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre, kontrol grubunda tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre kontrol grupları arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur(Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7. Kontrol gruplarının yapışma direncine ilişkin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,88	a
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,88	a
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,58	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,68	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	11,77	ab
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,94	abc
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,21	bc
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,25	bc
D - VTKA – Sarıçam	12,49	bcd
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,84	bcde
PVAc – Sarıçam	13,08	cdef
Fenol Formaldehit – Sarıçam	13,53	defg
D - VTKA - Doğu Kayını	13,62	defg
Melamin Formaldehit – Sarıçam	13,67	defg
Üre Formaldehit – Sarıçam	13,86	efg
PVAc - Sapsız Meşe	14,05	efg
D - VTKA - Sapsız Meşe	14,27	fgh
PVAc - Doğu Kayını	14,36	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,49	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	15,36	h

4.2.2. 15 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.2.1 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 15 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.8’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.9’da ve Duncan testine ait veriler 4.10’da verilmiştir.

15 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA,

Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek yapışma direnci değeri (15,13 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değeri (10,78 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. 15 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerleri (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,67	11,74	13,64	1,19
	PVAc	13,42	12,48	14,35	0,95
	Fenol Formaldehit	13,30	12,37	14,24	0,62
	Üre Formaldehit	14,00	13,07	14,93	0,47
	Melamin Formaldehit	13,70	12,77	14,64	0,77
Doğu Kayını	D - VTKA	13,21	12,28	14,14	0,88
	PVAc	13,40	12,47	14,33	2,22
	Fenol Formaldehit	15,13	14,19	16,06	0,91
	Üre Formaldehit	13,31	12,38	14,24	1,84
	Melamin Formaldehit	12,98	12,05	13,91	0,96
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,99	13,06	14,93	0,50
	PVAc	13,47	12,53	14,40	0,75
	Fenol Formaldehit	14,26	13,28	15,19	0,42
	Üre Formaldehit	12,16	11,22	13,09	0,64
	Melamin Formaldehit	11,44	10,51	12,37	0,34
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	11,56	10,63	12,49	1,06
	PVAc	12,08	11,15	13,01	0,66
	Fenol Formaldehit	10,81	9,87	11,74	1,36
	Üre Formaldehit	10,78	9,85	11,71	1,07
	Melamin Formaldehit	11,92	10,99	12,85	1,14

Çizelge 4.9. 15 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	130,80	19	6,28	6,28	0,00
Sabit Terim	16596,39	1	16596,39	15149,94	0,00
A	10,51	4	2,62	2,40	0,05
B	73,85	3	24,61	22,47	0,00
A - B	46,43	12	3,87	3,53	0,00
Hata	87,63	80	1,09		
Toplam	16814,83	100			
Düzeltilmiş Toplam	218,44	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 15 gün bekleme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan odun türü yapışma direnci üzerinde etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamış, tutkal türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. 15 Gün bekleme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,78	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,81	a
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,44	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,56	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,92	abcd
PVAc - Uludağ Göknarı	12,08	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,16	abcde
D - VTKA – Sarıçam	12,62	bcdef
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,98	cdefg
D - VTKA - Doğu Kayını	13,21	defg
Fenol Formaldehit – Sarıçam	13,30	defg
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	13,31	defg
PVAc - Doğu Kayını	13,40	defg
PVAc – Sarıçam	13,42	defg
PVAc - Sapsız Meşe	13,47	defg
Melamin Formaldehit – Sarıçam	13,70	efgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,99	ghi
Üre Formaldehit – Sarıçam	14,00	ghi
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,22	hı
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	15,13	ı

Duncan testi sonucuna göre 15 gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.2.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 15 gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal

yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.11’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.12’de ve Duncan testine ait veriler 4.13’da verilmiştir.

Çizelge 4.11. 15 Gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	13,02	12,14	13,91	0,86
	PVAc	13,07	12,18	13,95	1,02
	Fenol Formaldehit	13,44	12,56	14,33	0,86
	Üre Formaldehit	13,79	12,91	14,68	0,74
	Melamin Formaldehit	13,61	12,73	14,50	0,41
Doğu Kayını	D - VTKA	13,03	12,14	13,92	1,06
	PVAc	14,46	13,57	15,34	0,38
	Fenol Formaldehit	14,56	13,68	15,45	1,54
	Üre Formaldehit	12,43	11,54	13,32	1,23
	Melamin Formaldehit	12,21	11,32	13,10	0,94
Sapsız Meşe	D - VTKA	14,10	13,22	14,99	0,49
	PVAc	14,46	12,54	14,32	0,12
	Fenol Formaldehit	14,25	13,36	15,13	1,23
	Üre Formaldehit	12,14	11,25	13,03	0,75
	Melamin Formaldehit	11,50	10,61	12,38	0,46
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	11,36	10,48	12,25	0,71
	PVAc	11,81	10,92	12,69	0,93
	Fenol Formaldehit	10,93	10,04	11,82	2,06
	Üre Formaldehit	10,66	9,78	11,55	0,74
	Melamin Formaldehit	11,90	11,01	12,78	0,46

15 gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,56 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değeri (10,66 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.12. 15 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	134,02	19	7,05	7,09	0,00
Sabit Terim	16358,66	1	16358,66	16463,20	0,00
A	18,88	4	4,72	4,75	0,00
B	71,70	3	23,90	24,05	0,00
A - B	43,43	12	3,61	3,64	0,00
Hata	79,49	80	0,99		
Toplam	16572,18	100			
Düzeltilmiş Toplam	213,51				

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 15 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan, tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.13’da verilmiştir.

Çizelge 4.13. 15 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,66	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,93	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,36	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,50	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,81	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,90	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,14	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,21	bcdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,43	cdefg
D - VTKA - Sarıçam	13,02	defgh
D - VTKA - Doğu Kayını	13,03	defgh
PVAc - Sarıçam	13,07	defgh
PVAc - Sapsız Meşe	13,43	efghi
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,44	efghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,61	fghi
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,79	ghi
D - VTKA - Sapsız Meşe	14,10	hı
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,25	hı
PVAc - Doğu Kayını	14,46	hı
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,56	ı

Duncan testi sonucuna göre 15 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.2.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 15 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 3.14'de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.15'de ve Duncan testine ait veriler 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.14. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,82	12,01	13,63	1,05
	PVAc	13,18	12,37	13,99	0,82
	Fenol Formaldehit	12,99	12,18	13,80	0,53
	Üre Formaldehit	13,87	13,06	14,68	0,88
	Melamin Formaldehit	13,60	12,79	14,41	0,41
Doğu Kayını	D - VTKA	13,05	12,24	13,68	0,71
	PVAc	14,30	13,49	15,11	0,51
	Fenol Formaldehit	14,88	14,07	15,69	0,91
	Üre Formaldehit	12,37	11,56	13,18	1,03
	Melamin Formaldehit	12,15	11,34	12,96	0,91
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,71	12,90	14,52	0,79
	PVAc	13,24	12,43	14,05	1,24
	Fenol Formaldehit	14,30	13,49	15,11	0,57
	Üre Formaldehit	12,11	11,29	12,91	0,43
	Melamin Formaldehit	11,49	10,68	12,30	0,72
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	11,70	10,89	12,51	1,23
	PVAc	11,64	10,83	12,45	0,89
	Fenol Formaldehit	10,88	10,07	11,69	1,96
	Üre Formaldehit	10,66	9,85	11,47	0,60
	Melamin Formaldehit	11,85	11,04	12,66	0,48

15 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Gökarnı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,88 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,66 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Gökarnı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.15. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	131,83	19	6,93	8,36	0,00
Sabit Terim	16242,48	1	16242,48	19589,46	0,00
A	17,19	4	4,29	5,18	0,00
B	66,88	3	22,29	26,88	0,00
A - B	47,75	12	3,97	4,79	0,00
Hata	66,33	80	0,82		
Toplam	16440,644	100			
Düzeltilmiş Toplam	198,161	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 15 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 15 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. 15 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,66	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,88	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,49	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,64	abcd
PVAc - Uludağ Göknarı	11,70	abcde
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,85	abcdef
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,10	bcdefg
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,15	bcdefg
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,37	cdefgh
D - VTKA - Sarıçam	12,82	defghi
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,99	efghij
D - VTKA - Doğu Kayını	13,05	fghij
PVAc - Sarıçam	13,18	fghij
PVAc - Sapsız Meşe	13,24	ghij
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,60	hijk
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,71	ijk
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,87	ijk
PVAc - Doğu Kayını	14,30	jk
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,30	jk
Doğu Kayını - Fenol Formaldehit	14,88	k

4.2.2.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 15 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.17’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.18’de ve Duncan testine ait veriler 4.19’da verilmiştir.

15 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değer (14,88 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,59 N/mm²) Uludağ Göknarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. 15 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	13,08	12,21	13,95	0,86
	PVAc	13,10	12,23	13,97	1,22
	Fenol Formaldehit	12,67	11,81	13,54	0,99
	Üre Formaldehit	13,23	12,36	14,10	1,03
	Melamin Formaldehit	13,46	12,59	14,33	0,55
Doğu Kayını	D - VTKA	12,47	11,60	13,34	1,28
	PVAc	14,26	13,40	15,13	0,65
	Fenol Formaldehit	14,88	14,02	15,75	0,92
	Üre Formaldehit	12,34	11,47	13,21	1,56
	Melamin Formaldehit	12,04	11,18	12,91	1,03
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,93	13,07	14,80	0,65
	PVAc	13,10	12,23	13,96	1,10
	Fenol Formaldehit	13,99	13,13	14,86	1,15
	Üre Formaldehit	12,02	11,16	12,89	0,58
	Melamin Formaldehit	11,40	10,54	12,27	0,78
Uludağ Gökarnarı	D - VTKA	11,33	10,46	12,19	0,40
	PVAc	11,53	10,66	12,39	1,02
	Fenol Formaldehit	10,71	9,85	11,58	1,39
	Üre Formaldehit	10,59	9,72	11,45	0,69
	Melamin Formaldehit	11,75	10,88	12,62	0,54

Çizelge 4.18. 15 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	134,15	19	7,06	7,44	0,00
Sabit Terim	15873,73	1	15873,73	16734,81	0,00
A	17,62	4	4,64	4,64	0,00
B	67,91	3	23,86	23,86	0,00
A - B	48,61	12	4,05	4,27	0,00
Hata	75,88	80	0,94		
Toplam	16083,77	100			
Düzeltilmiş Toplam	210,03	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 15 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın

gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.19'da verilmiştir.

Çizelge 4.19. 15 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,59	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,71	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,33	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,40	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,53	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,75	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,02	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,04	bcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,34	cde
D - VTKA - Doğu Kayını	12,47	cde
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,67	cdef
D - VTKA - Sarıçam	13,08	defg
PVAc - Sapsız Meşe	13,10	defg
PVAc - Sarıçam	13,10	defg
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,23	efg
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,46	efg
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,93	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,99	fgh
PVAc - Doğu Kayını	14,26	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,88	h

Duncan testi sonucuna göre 15 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.2.5. Kontrol grupları ve 15 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 15 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknaarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 15 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36 N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (10,59 N/mm²) 80 °C sıcaklıkta Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında bulunmuştur(Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. 15 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,67	13,42	13,30	14,00	13,70
	40	13,02	13,07	13,44	13,79	13,61
	60	12,82	13,18	12,99	13,87	13,60
	80	13,08	13,10	12,67	13,23	13,46
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,21	13,40	15,13	13,31	12,98
	40	13,03	14,46	14,25	12,14	11,50
	60	13,05	14,30	14,88	12,37	12,15
	80	12,47	14,26	14,88	12,34	12,04
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	13,99	13,47	14,26	12,16	11,44
	40	14,10	14,46	14,25	12,14	11,50
	60	13,71	13,24	14,30	12,11	11,49
	80	13,93	13,10	13,99	12,02	11,40
Uludağ Göknaarı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,56	12,08	10,81	10,78	11,92
	40	11,36	11,81	10,93	10,66	11,90
	60	11,70	11,64	10,88	10,66	11,85
	80	11,33	11,53	10,71	10,59	11,75

4.2.3. 30 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.3.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 30 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 3.21’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.22’de ve Duncan testine ait veriler 4.23’de verilmiştir.

Çizelge 4.21. 30 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,73	12,05	13,42	0,86
	PVAc	13,37	12,69	14,06	0,80
	Fenol Formaldehit	13,24	12,55	13,92	0,65
	Üre Formaldehit	13,77	13,08	14,45	0,43
	Melamin Formaldehit	13,57	12,88	14,25	0,44
Doğu Kayını	D - VTKA	13,17	12,49	13,86	0,68
	PVAc	14,39	13,70	15,07	0,39
	Fenol Formaldehit	14,90	14,22	15,58	0,59
	Üre Formaldehit	12,39	11,70	13,07	0,66
	Melamin Formaldehit	12,29	11,61	12,98	0,42
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,97	13,29	14,65	0,59
	PVAc	13,33	12,64	14,01	1,25
	Fenol Formaldehit	14,21	13,53	14,90	0,87
	Üre Formaldehit	12,12	11,44	12,81	0,67
	Melamin Formaldehit	11,40	10,71	12,08	0,38
Uludağ Göknarı	D - VTKA	11,44	10,76	12,12	0,50
	PVAc	11,60	10,92	12,28	0,45
	Fenol Formaldehit	10,85	10,17	11,53	1,92
	Üre Formaldehit	10,64	9,95	11,32	0,60
	Melamin Formaldehit	11,79	11,11	12,48	0,40

30 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi

sonucu en yüksek değeri (14,90 N) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,64 N) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.22. 30 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	141,74	19	7,46	12,65	0,00
Sabit Terim	16288,52	1	16288,52	27632,19	0,00
A	19,92	4	4,98	8,45	0,00
B	76,82	3	25,60	43,44	0,00
A - B	44,99	12	3,75	6,36	0,00
Hata	47,15	80	0,58		
Toplam	16477,43	100			
Düzeltilmiş Toplam	188,90	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 30 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir.

Çizelge 4.23. 30 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,64	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,85	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,40	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,44	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,60	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,79	bcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,12	cde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,29	cdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,39	cdef
D - VTKA - Sarıçam	12,73	defg
D - VTKA - Doğu Kayını	13,17	efgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,24	efgh
PVAc - Sapsız Meşe	13,33	fghi
PVAc - Sarıçam	13,37	fghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,57	fghi
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,77	ghi
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,97	ghi
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,21	h ₁
PVAc - Doğu Kayını	14,39	h ₁
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,90	i

Duncan testi sonucuna göre 30 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.3.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 30 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.24'de çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.25'de ve Duncan testine ait veriler 4.26'de verilmiştir.

Çizelge 4.24. 30 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,81	11,90	13,73	0,91
	PVAc	13,08	12,17	13,99	1,10
	Fenol Formaldehit	13,11	12,20	14,03	0,81
	Üre Formaldehit	13,14	12,23	14,05	0,96
	Melamin Formaldehit	13,38	12,47	14,29	0,44
Doğu Kayını	D - VTKA	12,24	11,33	13,16	1,17
	PVAc	13,97	13,06	14,88	0,57
	Fenol Formaldehit	14,92	14,01	15,83	0,83
	Üre Formaldehit	12,24	11,33	13,15	1,57
	Melamin Formaldehit	11,87	10,96	12,78	0,93
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,71	12,80	14,62	0,58
	PVAc	13,14	12,23	14,05	1,31
	Fenol Formaldehit	13,92	13,01	14,83	1,04
	Üre Formaldehit	11,92	11,01	12,83	0,59
	Melamin Formaldehit	11,29	10,38	12,20	0,77
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	11,40	10,49	12,31	0,85
	PVAc	11,38	10,47	12,29	0,91
	Fenol Formaldehit	10,76	9,85	11,67	2,19
	Üre Formaldehit	10,51	9,60	11,42	0,73
	Melamin Formaldehit	11,68	10,77	12,59	0,50

30 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,92 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,51 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.25. 30 Gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	131,63	19	6,92	6,61	0,00
Sabit Terim	15698,21	1	15698,21	14983,02	0,00
A	22,19	4	5,54	5,29	0,00
B	64,63	3	21,54	20,56	0,00
A - B	44,80	12	3,73	3,56	0,00
Hata	83,81	80	1,04		
Toplam	15913,66	100			
Düzeltilmiş Toplam	215,45	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 30 gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.26'da verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 30 gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur(Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. 30 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,51	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,76	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,29	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	11,38	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,40	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,68	abcd
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,87	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,92	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,24	bcde
D - VTKA - Doğu Kayını	12,24	bcde
D - VTKA - Sarıçam	12,81	bcdef
PVAc - Sarıçam	13,08	cdefg
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,11	defg
PVAc - Sapsız Meşe	13,14	defg
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,38	defg
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,71	defg
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,92	efg
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,97	gh
PVAc - Doğu Kayını	14,92	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,92	h

4.2.3.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 30 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.27’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.28’de ve Duncan testine ait veriler 4.29’da verilmiştir.

30 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,7870 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer

(10,4630 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Gökarnı örnekleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. 30 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,75	11,85	13,65	0,89
	PVAc	12,83	11,93	13,73	1,09
	Fenol Formaldehit	13,10	12,20	14,01	0,82
	Üre Formaldehit	13,10	12,20	14,01	0,97
	Melamin Formaldehit	13,34	12,44	14,25	0,43
Doğu Kayını	D - VTKA	12,17	11,27	13,08	1,15
	PVAc	14,01	13,11	14,91	0,54
	Fenol Formaldehit	14,78	13,88	15,69	0,82
	Üre Formaldehit	12,20	11,29	13,10	1,58
	Melamin Formaldehit	11,84	10,94	12,7	0,94
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,64	12,74	14,55	0,58
	PVAc	13,06	12,16	13,96	1,34
	Fenol Formaldehit	13,80	12,89	14,70	0,96
	Üre Formaldehit	11,86	10,96	12,76	0,61
	Melamin Formaldehit	11,25	10,35	12,16	0,77
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	11,34	10,44	12,25	0,85
	PVAc	11,30	10,40	12,20	0,88
	Fenol Formaldehit	10,73	9,82	11,63	2,19
	Üre Formaldehit	10,46	9,55	11,36	0,70
	Melamin Formaldehit	11,65	10,75	12,56	0,50

Çizelge 4.28. 30 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	128,86	19	6,78	6,56	0,00
Sabit Terim	15539,86	1	15539,86	15049,30	0,00
A	20,59	4	5,14	4,98	0,00
B	63,51	3	21,17	20,50	0,00
A - B	44,76	12	3,73	3,61	0,00
Hata	82,60	80	1,03		
Toplam	15751,33	100			
Düzeltilmiş Toplam	211,46	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 30 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.29'da verilmiştir.

Çizelge 4.29. 30 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,46	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,73	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,25	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,30	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,34	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,65	abcd
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,84	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,86	abcde
D - VTKA - Doğu Kayını	12,17	bcdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,20	bcdef
D - VTKA - Sarıçam	12,75	cdefg
PVAc - Sarıçam	12,83	defgh
PVAc - Sapsız Meşe	13,06	defgh
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,10	defgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,10	defgh
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,34	efgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,64	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,80	gh
PVAc - Doğu Kayını	14,01	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,78	h

Duncan testi sonucuna göre 30 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.3.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile

yapıştırılması sonucu elde edilen ve 30 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.30'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.31'de ve Duncan testine ait veriler 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.30. 30 Gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,30	11,40	13,20	0,72
	PVAc	12,64	11,74	13,54	1,19
	Fenol Formaldehit	12,90	12,00	13,80	0,79
	Üre Formaldehit	12,95	12,05	13,85	0,93
	Melamin Formaldehit	13,26	12,36	14,17	0,38
Doğu Kayını	D - VTKA	12,05	11,15	12,95	1,23
	PVAc	13,84	12,99	14,79	0,52
	Fenol Formaldehit	14,65	13,75	15,55	0,81
	Üre Formaldehit	11,98	11,08	12,88	1,50
	Melamin Formaldehit	11,70	10,80	12,60	0,94
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,51	12,61	14,41	0,66
	PVAc	12,86	11,95	13,76	1,33
	Fenol Formaldehit	13,64	12,73	14,54	0,87
	Üre Formaldehit	11,69	10,79	12,60	0,63
	Melamin Formaldehit	11,11	10,20	12,01	0,80
Uludağ Göknarı	D - VTKA	11,23	10,32	12,13	0,85
	PVAc	11,19	10,29	12,09	0,85
	Fenol Formaldehit	10,60	9,70	11,50	2,17
	Üre Formaldehit	10,32	9,42	11,22	0,82
	Melamin Formaldehit	10,96	10,58	12,38	0,56

30 gün süreyle 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,65 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,32 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.31. 30 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Düzeltilmiş Model	128,10	19	6,74	6,57	0,00
Sabit Terim	15130,96	1	15130,96	14760,03	0,00
A	20,49	4	5,12	4,99	0,00
B	60,52	3	20,17	19,67	0,00
A - B	47,08	12	3,92	3,82	0,00
Hata	82,01	80	1,02		
Toplam	15341,08	100			
Düzeltilmiş Toplam	210,11	99			
A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü					

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 30 gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.32’de verilmiştir.

Çizelge 4.32. 30 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları.

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,32	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,60	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,11	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,19	abcd
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,23	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,48	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,69	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,70	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,98	bcdef
D - VTKA - Doğu Kayını	12,05	bcdefg
D - VTKA - Sarıçam	12,30	cdefgh
PVAc - Sarıçam	12,64	defghi
PVAc - Sapsız Meşe	12,86	efghi
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,90	efghi
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,95	efghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,26	fghij
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,51	ghij
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,64	hij
PVAc - Doğu Kayını	13,89	ij
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,65	j

Duncan testi sonucuna göre 30 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.3.5. Kontrol grupları ve 30 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimleri

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 30 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. 30 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,73	13,37	13,24	13,77	13,57
	40	12,81	13,08	13,11	13,14	13,38
	60	12,75	12,83	13,10	13,10	13,34
	80	12,30	12,64	12,90	12,95	13,26
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,17	14,39	14,90	12,39	12,29
	40	12,24	13,97	14,92	12,24	11,87
	60	12,17	14,01	14,78	12,20	11,84
	80	12,05	13,84	14,65	11,98	11,70
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	13,97	13,33	14,21	12,12	11,40
	40	13,71	13,14	13,92	11,92	11,29
	60	13,64	13,06	13,80	11,86	11,25
	80	13,51	12,86	13,64	11,69	11,11
Uludağ Göknarı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,44	11,60	10,85	10,64	11,79
	40	11,40	11,38	10,76	10,51	11,68
	60	11,34	11,30	10,73	10,46	11,65
	80	11,23	11,19	10,60	10,32	10,96

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde

edilen kontrol grupları ve 30 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36 N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (10,32 N/mm²) 80 °C sıcaklıkta Uludağ Gökmar-Üre Formaldehit örnekleri arasında bulunmuştur.

4.2.4. 45 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.4.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Gökmarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc ,D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 45 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.34'de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.35'de ve Duncan testine ait veriler 4.36'da verilmiştir.

Çizelge 4.34. 45 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,73	11,99	13,47	1,08
	PVAc	13,40	12,66	14,14	0,87
	Fenol Formaldehit	13,32	12,58	14,06	0,85
	Üre Formaldehit	13,76	13,02	14,50	0,38
	Melamin Formaldehit	13,48	12,74	14,22	0,34
Doğu Kayını	D - VTKA	13,18	12,44	13,92	0,66
	PVAc	14,51	13,77	15,25	0,44
	Fenol Formaldehit	14,94	14,20	15,68	0,71
	Üre Formaldehit	12,39	11,65	13,13	0,72
	Melamin Formaldehit	12,39	11,65	13,13	0,69
Sapsız Meşe	D - VTKA	14,05	13,13	14,79	0,42
	PVAc	13,14	12,40	13,88	1,21
	Fenol Formaldehit	14,30	13,56	15,04	0,98
	Üre Formaldehit	12,09	11,35	12,83	0,78
	Melamin Formaldehit	11,40	10,66	12,14	0,52
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	11,44	10,70	12,18	0,40
	PVAc	11,61	10,87	12,35	0,80
	Fenol Formaldehit	10,75	10,01	11,49	1,93
	Üre Formaldehit	10,60	9,94	11,42	0,52
	Melamin Formaldehit	11,79	11,05	12,53	0,56

45 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı,Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,94 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit,en düşük değer (10,68 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Göknaarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.35. 45 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	148,77	19	7,72	11,16	0,00
Sabit Terim	16310,35	1	16310,35	23573,59	0,00
A	20,39	4	5,09	7,36	0,00
B	79,41	3	26,47	38,26	0,00
A - B	46,96	12	3,91	5,65	0,00
Hata	55,35	80	0,69		
Toplam	16512,47	100			
Düzeltilmiş Toplam	202,12	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 45 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.36'da verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 45 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36. 45 Gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,68	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,75	a
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,40	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,44	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	11,61	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,79	abc
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,09	bcd
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,39	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,39	bcde
D - VTKA - Sarıçam	12,73	cdef
PVAc - Sapsız Meşe	13,14	defg
D - VTKA - Doğu Kayını	13,18	defg
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,32	efgh
PVAc - Sarıçam	13,40	efgh
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,48	efgh
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,76	fgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	14,05	ghı
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,30	ghı
PVAc - Doğu Kayını	14,51	hı
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,94	ı

4.2.4.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 45 gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.37'de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.38'de ve Duncan testine ait veriler 4.39'da verilmiştir.

45 gün süreyle 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (13,69 N/mm²) Doğu Kayını - PVAc, en düşük değer (10,23 N/mm²) Uludağ Göknarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37. 45 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,02	11,13	12,92	0,72
	PVAc	12,20	11,3	13,09	1,15
	Fenol Formaldehit	12,72	11,83	13,61	0,91
	Üre Formaldehit	12,78	11,88	13,67	0,95
	Melamin Formaldehit	13,15	12,26	14,04	0,46
Doğu Kayını	D - VTKA	11,72	10,82	12,61	1,12
	PVAc	13,69	12,80	14,58	0,35
	Fenol Formaldehit	13,47	12,58	14,36	1,18
	Üre Formaldehit	11,80	10,91	12,69	1,41
	Melamin Formaldehit	11,62	10,72	12,51	0,91
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,28	12,38	14,17	0,57
	PVAc	12,60	11,78	13,49	1,32
	Fenol Formaldehit	13,34	12,45	14,23	0,90
	Üre Formaldehit	11,63	10,73	12,52	0,64
	Melamin Formaldehit	10,97	10,08	11,86	0,77
Uludağ Gökarnarı	D - VTKA	11,01	10,11	11,90	0,76
	PVAc	10,94	10,05	11,83	0,82
	Fenol Formaldehit	10,38	9,49	11,27	2,10
	Üre Formaldehit	10,23	9,34	11,12	0,84
	Melamin Formaldehit	11,40	10,51	12,29	0,53

Çizelge 4.38. 45 Gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	104,75	19	5,51	5,49	0,00
Sabit Terim	14521,81	1	14521,81	14465,05	0,00
A	10,86	4	2,71	2,70	0,03
B	53,09	3	17,69	17,62	0,00
A - B	40,80	12	3,40	3,38	0,00
Hata	80,31	80	1,00		
Toplam	14706,88	100			
Düzeltilmiş Toplam	185,070	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 45 gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın

gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.39’da verilmiştir.

Çizelge 4.39. 45 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,23	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,38	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	10,94	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,97	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,01	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,40	abc
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,62	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,63	abcd
D - VTKA - Doğu Kayını	11,72	abcd
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,80	bcde
D - VTKA - Sarıçam	12,02	bcde
PVAc - Sarıçam	12,20	cdef
PVAc - Sapsız Meşe	12,60	cdef
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,72	defg
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,78	defg
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,15	efg
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,28	fg
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,34	fg
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	13,47	fg
PVAc - Doğu Kayını	13,69	g

Duncan testi sonucuna göre 45 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.4.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 45 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.40’da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.41’de ve Duncan testine ait veriler 4.42’de verilmiştir.

Çizelge 4.40. 45 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	11,96	11,02	12,90	0,76
	PVAc	12,10	11,15	13,04	1,14
	Fenol Formaldehit	12,58	11,63	13,52	0,80
	Üre Formaldehit	12,68	11,74	13,62	0,87
	Melamin Formaldehit	13,07	12,13	14,02	0,40
Doğu Kayını	D - VTKA	11,66	10,72	12,60	1,28
	PVAc	12,47	11,53	13,42	1,88
	Fenol Formaldehit	13,24	12,30	14,18	1,20
	Üre Formaldehit	11,65	10,71	12,59	1,37
	Melamin Formaldehit	11,50	10,56	12,45	0,81
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,97	12,03	13,91	0,39
	PVAc	12,47	11,53	13,41	1,13
	Fenol Formaldehit	13,14	12,20	14,08	0,86
	Üre Formaldehit	11,49	10,55	12,43	0,61
	Melamin Formaldehit	10,87	9,93	11,81	0,76
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	10,96	10,02	11,90	0,80
	PVAc	10,76	9,82	11,90	0,82
	Fenol Formaldehit	10,23	9,29	11,18	2,01
	Üre Formaldehit	10,12	9,18	11,06	0,73
	Melamin Formaldehit	11,28	10,34	12,23	0,41

45 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri(13,24 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değeri(10,12 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.41. 45 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	88,02	19	4,63	4,13	0,00
Sabit Terim	14078,06	1	14078,06	12571,34	0,00
A	7,46	4	1,86	1,66	0,16
B	49,00	3	16,33	14,58	0,00
A - B	31,55	12	2,62	2,34	0,01
Hata	89,58	80	1,12		
Toplam	14255,66	100			
Düzeltilmiş Toplam	177,60	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 45 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan odun türü yapışma direnci üzerinde etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmamış, tutkal türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.42’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 45 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42. 45 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,12	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,23	a
PVAc - Uludağ Göknarı	10,76	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,87	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,96	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,28	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,49	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,50	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,65	abcdef
D - VTKA - Doğu Kayını	11,66	abcdef
D - VTKA - Sarıçam	11,96	bcdef
PVAc - Sarıçam	12,10	bcdef
PVAc - Sapsız Meşe	12,47	cdef
PVAc - Doğu Kayını	12,47	cdef
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,58	def
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,68	def
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,97	ef
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,07	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	13,14	f
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	13,24	f

4.2.4.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 45 gün bekleme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.43’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.44’de ve Duncan testine ait veriler 4.45’de verilmiştir.

45 gün bekleme süresi ve 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (13,06 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (9,97 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı örnekleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4.43).

Çizelge 4.43. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	11,69	10,72	12,67	0,89
	PVAc	11,86	10,89	12,84	1,18
	Fenol Formaldehit	12,89	11,92	13,87	1,03
	Üre Formaldehit	12,46	11,49	13,44	0,83
	Melamin Formaldehit	12,87	11,90	13,85	0,37
Doğu Kayını	D - VTKA	11,40	10,42	12,37	1,35
	PVAc	12,25	11,27	13,22	2,14
	Fenol Formaldehit	13,06	12,09	11,92	1,15
	Üre Formaldehit	11,51	10,53	12,48	1,44
	Melamin Formaldehit	11,35	10,38	12,33	0,80
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,92	11,94	13,89	0,81
	PVAc	12,21	11,23	13,18	1,26
	Fenol Formaldehit	12,90	11,92	13,87	0,64
	Üre Formaldehit	11,29	10,32	12,27	0,73
	Melamin Formaldehit	10,71	9,73	11,68	0,72
Uludağ Gökarnarı	D - VTKA	10,73	9,76	11,71	0,87
	PVAc	10,57	9,60	11,55	0,73
	Fenol Formaldehit	10,04	9,06	11,02	1,88
	Üre Formaldehit	9,97	9,00	10,95	0,73
	Melamin Formaldehit	11,15	10,17	12,12	0,49

Çizelge 4.44. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	91,91	19	4,83	4,02	0,00
Sabit Terim	13680,53	1	13680,53	11390,39	0,00
A	9,18	4	2,29	1,91	0,11
B	50,61	3	16,87	14,04	0,00
A - B	32,11	12	2,67	2,22	0,01
Hata	96,08	80	1,20		
Toplam	13868,54	100			
Düzeltilmiş Toplam	188,00	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 45 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan odun türü yapışma direnci üzerinde etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmamış, tutkal ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi

P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.45’de verilmiştir.

Çizelge 4.45. 45 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,97	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,04	a
PVAc - Uludağ Göknarı	10,57	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,71	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,73	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,15	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,29	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,35	abcde
D - VTKA - Doğu Kayını	11,40	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,51	abcdef
D - VTKA - Sarıçam	11,69	bcdef
PVAc - Sarıçam	11,86	bcdef
PVAc - Sapsız Meşe	12,20	bcdef
PVAc - Doğu Kayını	12,25	cdef
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,46	def
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,87	ef
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,89	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,90	ef
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,92	ef
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	13,06	f

Duncan testi sonucuna göre 45 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.4.5. Kontrol grupları ve 45 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimleri

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 45 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.46’da verilmiştir.

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Gökarnı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 45 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36 N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (9,18 N/mm²) 60 °C sıcaklıkta Uludağ Gökarnar - Melamin Formaldehit örnekleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4.46).

Çizelge 4.46. 30 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,73	13,40	13,32	13,76	13,48
	40	12,02	12,20	12,72	12,78	13,15
	60	11,96	12,10	12,58	12,68	13,07
	80	11,69	11,86	12,89	12,46	12,87
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,18	14,51	14,94	12,39	12,39
	40	11,72	13,69	13,47	11,80	11,62
	60	11,66	12,47	13,24	11,65	11,50
	80	11,40	12,25	13,06	11,51	11,35
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	14,05	13,14	14,30	12,09	11,40
	40	13,28	12,60	13,34	11,63	10,97
	60	12,97	12,47	13,14	11,49	10,87
	80	12,92	12,21	12,90	11,29	10,71
Uludağ Gökarnarı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,44	11,61	10,75	10,60	11,79
	40	11,01	10,94	10,38	10,23	11,40
	60	10,96	10,76	10,23	10,12	9,18
	80	10,73	10,57	10,04	9,97	11,15

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Gökarnı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 45 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36

N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (9,18 N/mm²) 60 °C sıcaklıkta Uludağ Gökmar - Melamin Formaldehit örnekleri arasında bulunmuştur.

4.2.5. 60 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.5.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Gökmarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 60 gün süreyle 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.47'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.48'de ve Duncan testine ait veriler 4.49'de verilmiştir.

Çizelge 4.47. 60 Gün bekleme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,75	12,07	13,43	1,04
	PVAc	13,60	12,91	14,28	0,60
	Fenol Formaldehit	13,24	12,56	13,92	0,58
	Üre Formaldehit	13,76	13,08	14,44	0,51
	Melamin Formaldehit	13,48	12,80	14,16	0,27
Doğu Kayını	D - VTKA	13,14	12,46	13,82	0,79
	PVAc	14,34	13,66	15,03	0,41
	Fenol Formaldehit	14,90	14,22	15,58	0,60
	Üre Formaldehit	12,38	11,70	13,07	0,95
	Melamin Formaldehit	12,29	11,61	12,97	0,61
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,84	13,16	14,52	0,37
	PVAc	13,27	12,59	13,96	0,41
	Fenol Formaldehit	14,22	13,54	14,90	0,83
	Üre Formaldehit	12,08	11,40	12,76	0,87
	Melamin Formaldehit	11,39	10,71	12,07	0,39
Uludağ Gökmarı	D - VTKA	11,36	10,68	12,04	0,43
	PVAc	11,60	10,92	12,28	0,39
	Fenol Formaldehit	10,86	10,18	11,54	1,85
	Üre Formaldehit	10,57	9,89	11,26	0,44
	Melamin Formaldehit	11,79	11,11	12,48	0,61

60 gün süreyle 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,90 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (10,12 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Göknaarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.48. 60 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	142,77	19	7,51	12,79	0,00
Sabit Terim	16253,19	1	16253,19	27669,17	0,00
A	21,57	4	5,39	9,18	0,00
B	78,73	3	26,24	44,67	0,00
A - B	42,45	12	3,53	6,02	0,00
Hata	46,99	80	0,58		
Toplam	16442,95	100			
Düzeltilmiş Toplam	189,76	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 60 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.49'da verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 60 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.49).

Çizelge 4.49. 60 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,57	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,86	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,36	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,39	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,60	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,79	bcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,08	cde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,29	cdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,38	cdef
D - VTKA - Sarıçam	12,75	defg
D - VTKA - Doğu Kayını	13,14	efgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,24	fghi
PVAc - Sapsız Meşe	13,27	fghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,48	ghi
PVAc - Sarıçam	13,60	ghi
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,76	ghi
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,84	ghi
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,22	hij
PVAc - Doğu Kayını	14,34	ij
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,90	j

4.2.5.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 60 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 3.50’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.51’de ve Duncan testine ait veriler 4.52’de verilmiştir.

60 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (13,06 N/mm²) Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer

(10,06 N/mm²) Üre Formaldehit -. Uludağ Göknarı. örnekleri arasında .belirlenmiştir (Çizelge 4.50).

Çizelge 4.50. 60 Gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	11,58	10,70	12,47	0,79
	PVAc	11,68	10,79	12,56	1,13
	Fenol Formaldehit	12,41	11,53	13,30	0,85
	Üre Formaldehit	12,46	11,58	13,35	0,84
	Melamin Formaldehit	12,39	11,50	13,27	1,41
Doğu Kayını	D - VTKA	11,29	10,40	12,17	1,28
	PVAc	13,05	12,16	13,93	0,54
	Fenol Formaldehit	13,06	12,17	13,94	1,05
	Üre Formaldehit	11,43	10,55	12,32	1,10
	Melamin Formaldehit	11,42	10,53	12,30	0,94
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,58	11,70	13,47	0,33
	PVAc	12,11	11,22	12,99	1,30
	Fenol Formaldehit	12,98	12,10	13,87	0,61
	Üre Formaldehit	11,37	10,49	12,26	0,63
	Melamin Formaldehit	10,73	9,84	11,61	0,77
Uludağ Göknarı	D - VTKA	10,64	9,75	11,52	0,79
	PVAc	10,54	9,65	11,42	0,84
	Fenol Formaldehit	10,18	9,29	11,06	1,95
	Üre Formaldehit	10,06	9,18	10,95	0,82
	Melamin Formaldehit	11,18	10,30	12,07	0,41

Çizelge 4.51. 60 Gün bekleme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	84,567	19	4,451	4,50	0,00
Sabit Terim	13598,82	1	13598,82	13762,94	0,00
A	9,20	4	2,30	2,32	0,06
B	43,44	3	14,48	14,65	0,00
A - B	31,92	12	2,66	2,69	0,00
Hata	79,04	80	0,98		
Toplam	13762,43	100			
Düzeltilmiş Toplam	163,61	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 60 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan odun türü yapışma direnci üzerinde etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmamış, tutkal ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.52’de verilmiştir.

Çizelge 4.52. 60 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknaarı	10,06	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknaarı	10,18	ab
PVAc - Uludağ Göknaarı	10,54	abc
D - VTKA - Uludağ Göknaarı	10,64	abcd
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,73	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknaarı	11,18	abcde
D - VTKA - Doğu Kayını	11,29	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,37	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,42	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,43	abcde
D - VTKA - Sarıçam	11,58	bcdef
PVAc - Sarıçam	11,68	cdef
PVAc - Sapsız Meşe	12,11	def
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,39	ef
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,41	ef
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,46	ef
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,58	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,98	f
PVAc - Doğu Kayını	13,05	f
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	13,06	f

Duncan testi sonucuna göre 60 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.5.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 60 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal

yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.53’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.54’de ve Duncan testine ait veriler 4.55’de verilmiştir.

Çizelge 4.53. 60 Gün süreyle 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	11,29	10,45	12,12	0,68
	PVAc	11,44	10,60	12,28	0,68
	Fenol Formaldehit	12,25	11,41	13,09	0,91
	Üre Formaldehit	12,26	11,43	13,10	0,74
	Melamin Formaldehit	12,24	11,41	13,08	1,40
Doğu Kayını	D - VTKA	11,16	10,33	12,00	1,22
	PVAc	13,07	12,23	13,91	0,63
	Fenol Formaldehit	12,82	11,99	13,66	1,17
	Üre Formaldehit	11,28	10,45	12,12	1,15
	Melamin Formaldehit	11,27	10,43	12,10	0,85
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,51	11,68	13,35	0,27
	PVAc	11,96	11,12	12,79	0,63
	Fenol Formaldehit	12,81	11,98	13,65	0,64
	Üre Formaldehit	11,26	10,42	12,09	0,67
	Melamin Formaldehit	10,58	9,75	11,42	0,72
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	10,50	9,67	11,34	0,78
	PVAc	10,38	9,55	11,22	0,92
	Fenol Formaldehit	10,06	9,23	10,90	1,59
	Üre Formaldehit	9,90	9,06	10,73	0,64
	Melamin Formaldehit	11,05	10,21	11,88	0,51

60 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (13,07 N/mm²) PVAc - Doğu Kayını, en düşük değer (9,90 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.54. 60 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	85,53	19	4,50	5,09	0,00
Sabit Terim	13247,08	1	13247,08	15003,60	0,00
A	9,02	4	2,25	2,55	0,04
B	42,41	3	14,14	16,01	0,00
A - B	34,08	12	2,84	3,21	0,00
Hata	70,63	80	0,88		
Toplam	13403,25	100			
Düzeltilmiş Toplam	156,16	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 60 gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.55’de verilmiştir.

Çizelge 4.55. 60 Gün süreyle 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,90	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,06	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	10,38	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,50	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,58	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,05	abcd
D - VTKA - Doğu Kayını	11,16	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,26	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,27	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,28	abcde
D - VTKA - Sarıçam	11,29	abcde
PVAc - Sarıçam	11,44	bcde
PVAc - Sapsız Meşe	11,96	cdef
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,24	def
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,25	def
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,26	def
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,51	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,81	f
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,82	f
PVAc - Doğu Kayını	13,07	f

Duncan testi sonucuna göre 60 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.5.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 60 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.56'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.57'de ve Duncan testine ait veriler 4.58'de verilmiştir.

Çizelge 4.56. 60 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	10,85	9,99	11,63	0,54
	PVAc	11,00	10,18	11,82	0,67
	Fenol Formaldehit	12,22	11,40	13,04	0,86
	Üre Formaldehit	12,21	11,39	13,03	0,70
	Melamin Formaldehit	12,19	11,37	13,01	1,32
Doğu Kayını	D - VTKA	10,61	9,79	11,43	1,18
	PVAc	12,44	11,62	13,25	0,71
	Fenol Formaldehit	12,77	11,95	13,59	1,28
	Üre Formaldehit	11,28	10,41	12,05	1,04
	Melamin Formaldehit	11,22	10,40	12,04	1,25
Sapsız Meşe	D - VTKA	11,88	11,06	12,70	0,48
	PVAc	11,60	10,78	12,42	1,10
	Fenol Formaldehit	12,77	11,95	13,59	0,58
	Üre Formaldehit	11,20	10,39	12,02	0,67
	Melamin Formaldehit	10,53	9,71	11,53	0,65
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	10,20	9,38	11,02	0,91
	PVAc	10,09	9,27	10,90	0,96
	Fenol Formaldehit	10,01	9,19	10,83	1,61
	Üre Formaldehit	9,85	9,03	10,67	0,70
	Melamin Formaldehit	11,00	10,18	11,82	0,50

60 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Gökarnı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,77 N/mm²) Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe, en düşük değer (9,85 N/mm²) Uludağ Gökarnı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.57. 60 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	82,42	19	4,33	5,12	0,00
Sabit Terim	12759,62	1	12759,62	15074,30	0,00
A	12,58	4	3,14	3,71	0,00
B	37,78	3	12,59	14,87	0,00
A - B	32,06	12	2,67	3,15	0,00
Hata	67,71	80	0,84		
Toplam	12909,76	100			
Düzeltilmiş Toplam	150,14	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 60 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.58'de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 60 gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.58).

Çizelge 4.58. 60 Gün süreyle 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,85	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,01	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	10,09	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,20	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,53	abc
D - VTKA - Doğu Kayını	10,61	abc
D - VTKA - Sarıçam	10,81	abc
PVAc - Sarıçam	11,00	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,00	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,20	abcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,22	abcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,23	bcde
PVAc - Sapsız Meşe	11,60	cdef
D - VTKA - Sapsız Meşe	11,88	cdef
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,19	def
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,21	def
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,22	def
PVAc - Doğu Kayını	12,44	ef
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,77	f
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,77	f

4.2.5.5. Kontrol grupları ve 60 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 60 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.59'da verilmiştir.

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 60 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36 N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük değer (9,85 N/mm²) 80 °C sıcaklıkta Uludağ Göknar-Üre Formaldehit örnekleri arasında bulunmuştur.

Çizelge 4.59. 60 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,75	13,60	13,24	13,76	13,48
	40	11,58	11,68	12,41	12,46	12,39
	60	11,29	11,44	12,25	12,26	12,24
	80	10,85	11,00	12,22	12,21	12,19
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,14	14,34	14,90	12,38	12,29
	40	11,29	13,05	13,06	11,43	11,42
	60	11,16	13,07	12,82	11,28	11,27
	80	10,61	12,44	12,77	11,28	11,22
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	13,84	13,27	14,22	12,08	11,39
	40	12,58	12,11	12,98	11,37	10,73
	60	12,51	11,96	12,81	11,26	10,58
	80	11,88	11,60	12,77	11,20	10,53
Uludağ Göknaarı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,36	11,60	10,86	10,57	11,79
	40	10,64	10,54	10,18	10,06	11,18
	60	10,50	10,38	10,06	9,90	11,05
	80	10,20	10,09	10,01	9,85	11,00

4.2.6. 75 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.6.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 75 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.60'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.61'de ve Duncan testine ait veriler 4.62'de verilmiştir.

75 gün süreyle 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol

Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,86 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (10,61 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.60).

Çizelge 4.60. 75 Gün bekleme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,74	11,92	13,57	0,90
	PVAc	13,50	12,67	14,32	0,74
	Fenol Formaldehit	13,22	12,39	14,04	0,65
	Üre Formaldehit	13,81	12,99	14,64	0,39
	Melamin Formaldehit	13,44	12,62	14,27	0,38
Doğu Kayını	D - VTKA	13,09	12,26	13,91	0,57
	PVAc	14,59	13,76	15,42	0,31
	Fenol Formaldehit	14,86	14,03	15,68	0,87
	Üre Formaldehit	12,34	11,51	13,16	1,02
	Melamin Formaldehit	12,16	11,34	12,99	0,45
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,69	12,86	14,51	0,66
	PVAc	13,41	12,59	14,24	0,84
	Fenol Formaldehit	14,18	13,35	15,01	0,93
	Üre Formaldehit	12,04	11,21	12,87	0,66
	Melamin Formaldehit	11,54	10,71	12,36	0,39
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	11,51	10,68	12,33	0,39
	PVAc	10,82	9,99	11,65	2,40
	Fenol Formaldehit	10,94	10,11	11,77	1,76
	Üre Formaldehit	10,61	9,78	11,44	0,53
	Melamin Formaldehit	11,96	11,14	12,79	0,84

Çizelge 4.61. 75 Gün bekleme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	149,55	19	7,87	9,11	0,00
Sabit Terim	16197,27	1	16197,27	18756,55	0,00
A	18,67	4	4,66	5,40	0,00
B	83,26	3	27,75	32,14	0,00
A - B	47,62	12	3,96	4,59	0,00
Hata	69,08	80	0,86		
Toplam	16415,91	100			
Düzeltilmiş Toplam	218,64	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 75 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.62’de verilmiştir.

Çizelge 4.62. 75 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,61	a
PVAc - Uludağ Göknarı	10,82	ab
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,94	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,51	abcd
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,54	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,96	bcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,04	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,16	cdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,34	defg
D - VTKA - Sarıçam	12,74	defgh
D - VTKA - Doğu Kayını	13,09	defgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,22	efghi
PVAc - Sapsız Meşe	13,41	efghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,44	efghi
PVAc - Sarıçam	13,50	fghij
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,69	ghijk
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,81	hijk
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,18	ijk
PVAc - Doğu Kayını	14,59	jk
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,86	k

Duncan testi sonucuna göre 75 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.6.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile

yapıştırılması sonucu elde edilen ve 75 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.63’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.64’de ve Duncan testine ait veriler 4.65’de verilmiştir.

Çizelge 4.63. 75 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	10,86	9,96	11,76	0,86
	PVAc	11,82	10,92	12,72	1,76
	Fenol Formaldehit	12,35	11,46	13,25	0,86
	Üre Formaldehit	12,28	11,39	13,18	0,79
	Melamin Formaldehit	12,17	11,28	13,07	1,35
Doğu Kayını	D - VTKA	10,65	9,75	11,55	1,11
	PVAc	12,55	11,65	13,45	0,37
	Fenol Formaldehit	12,86	11,96	13,76	1,14
	Üre Formaldehit	11,33	10,43	12,23	1,18
	Melamin Formaldehit	11,53	10,63	12,42	1,22
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,07	11,17	12,96	0,27
	PVAc	11,58	10,68	12,48	1,10
	Fenol Formaldehit	12,78	11,89	13,68	0,72
	Üre Formaldehit	11,23	10,34	12,13	0,66
	Melamin Formaldehit	10,60	9,70	11,50	0,67
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	10,27	9,37	11,17	0,84
	PVAc	10,12	9,22	11,02	1,74
	Fenol Formaldehit	10,13	9,23	11,03	0,70
	Üre Formaldehit	9,93	9,04	10,83	0,39
	Melamin Formaldehit	10,76	9,86	11,66	0,95

75 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,86 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (9,93 N/mm²) Uludağ Göknaarı - Üre Formaldehit örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.64. 75 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	84,66	19	4,45	4,381	0,00
Sabit Terim	12993,83	1	12993,83	12774,44	0,00
A	13,31	4	3,32	3,27	0,00
B	44,90	3	14,96	14,71	0,00
A - B	26,43	12	2,20	2,16	0,00
Hata	81,374	80	1,01		
Toplam	13159,86	100			
Düzeltilmiş Toplam	166,03	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 75 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.65’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 75 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.65).

Çizelge 4.65. 75 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,93	a
PVAc - Uludağ Göknarı	10,12	ab
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,13	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,27	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,60	abc
D - VTKA - Doğu Kayını	10,65	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,76	abcd
D - VTKA - Sarıçam	10,86	abcde
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,23	abcdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,33	abcdefg
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,53	bcdefgh
PVAc - Sapsız Meşe	11,58	bcdefgh
PVAc - Sarıçam	11,82	cdefgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,07	cdefgh
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,17	defgh
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,28	efgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,35	efgh
PVAc - Doğu Kayını	12,55	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,78	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,86	h

4.2.6.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 75 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.66'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.67'de ve Duncan testine ait veriler 4.68'de verilmiştir.

75 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,84 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük

değeri(9,93 N/mm²) D - VTKA - Uludağ Göknaı örnekleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.66).

Çizelge 4.66. 75 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	11,31	10,46	12,17	1,40
	PVAc	10,94	10,08	11,79	0,68
	Fenol Formaldehit	12,03	11,17	12,88	0,62
	Üre Formaldehit	11,74	10,89	12,60	0,85
	Melamin Formaldehit	11,95	11,09	12,80	1,29
Doğu Kayını	D - VTKA	10,67	9,81	11,52	1,13
	PVAc	12,64	11,79	13,50	0,40
	Fenol Formaldehit	12,84	11,99	13,70	0,99
	Üre Formaldehit	11,65	10,79	12,50	1,26
	Melamin Formaldehit	11,41	10,56	12,27	1,18
Sapsız Meşe	D - VTKA	12,05	11,20	12,91	0,25
	PVAc	11,49	10,63	12,34	1,16
	Fenol Formaldehit	12,68	11,83	13,54	0,67
	Üre Formaldehit	11,00	10,14	11,85	0,69
	Melamin Formaldehit	10,48	9,62	11,33	0,58
Uludağ Göknaı	D - VTKA	9,28	8,43	10,14	1,28
	PVAc	10,04	9,18	10,89	0,74
	Fenol Formaldehit	10,05	9,20	10,91	1,54
	Üre Formaldehit	9,99	9,14	10,85	0,54
	Melamin Formaldehit	10,66	9,80	11,51	0,40

Çizelge 4.67. 75 Gün bekleme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	92,63	19	4,87	5,27	0,00
Sabit Terim	12654,22	1	12654,22	13699,71	0,00
A	12,85	4	3,21	3,48	0,01
B	52,50	3	17,50	18,94	0,00
A - B	27,27	12	2,27	2,46	0,00
Hata	73,89	80	0,92		
Toplam	12820,75	100			
Düzeltilmiş Toplam	166,53	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 75 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.68’de verilmiştir.

Çizelge 4.68. 75 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
D - VTKA - Uludağ Göknarı	9,28	a
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,99	ab
PVAc - Uludağ Göknarı	10,04	ab
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,05	ab
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,48	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,66	abcd
D - VTKA - Doğu Kayını	10,67	abcd
PVAc - Sarıçam	10,94	bcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,00	bcd
D - VTKA - Sarıçam	11,31	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,41	bcde
PVAc - Sapsız Meşe	11,49	cdef
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,65	cdef
Üre Formaldehit - Sarıçam	11,74	cdef
Melamin Formaldehit - Sarıçam	11,95	def
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,03	def
D - VTKA - Sapsız Meşe	12,05	def
PVAc - Doğu Kayını	12,64	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,68	ef
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,84	f

Duncan testi sonucuna göre 75 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.6.4. 80°C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 75 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal

yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.69'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.70'de ve Duncan testine ait veriler 4.71'de verilmiştir.

Çizelge 4.69. 75 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	10,33	9,59	11,07	0,76
	PVAc	10,52	9,78	11,26	0,32
	Fenol Formaldehit	11,70	10,96	12,44	0,70
	Üre Formaldehit	11,49	10,75	12,23	0,99
	Melamin Formaldehit	11,72	10,98	12,46	1,28
Doğu Kayını	D - VTKA	10,40	9,66	11,14	1,08
	PVAc	11,30	10,56	12,04	0,28
	Fenol Formaldehit	12,71	11,97	13,45	0,98
	Üre Formaldehit	11,43	10,69	12,17	1,28
	Melamin Formaldehit	10,99	10,25	11,73	0,92
Sapsız Meşe	D - VTKA	11,69	10,95	12,43	0,33
	PVAc	10,64	9,90	11,38	0,63
	Fenol Formaldehit	12,41	11,67	13,15	0,71
	Üre Formaldehit	10,81	10,07	11,55	0,61
	Melamin Formaldehit	10,63	9,89	11,37	1,08
Uludağ Göknaarı	D - VTKA	10,02	9,28	10,76	0,73
	PVAc	9,48	8,74	10,22	0,44
	Fenol Formaldehit	9,65	8,91	10,38	1,17
	Üre Formaldehit	9,93	9,19	10,67	0,67
	Melamin Formaldehit	10,46	9,72	11,2	0,31

75 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,71 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (9,48 N/mm²) PVAc - Uludağ Göknaarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.70. 75 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	73,23	19	3,85	5,57	0,00
Sabit Terim	11924,86	1	11924,86	17253,46	0,00
A	15,36	4	3,84	5,55	0,00
B	34,43	3	11,47	16,60	0,00
A - B	23,43	12	1,95	2,82	0,00
Hata	55,29	80	0,69		
Toplam	12053,39	100			
Düzeltilmiş Toplam	128,52	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 75 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.71’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 75 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.71).

Çizelge 4.71. 75 Gün bekleme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
PVAc - Uludağ Göknarı	9,48	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,64	ab
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,93	abc
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,02	abc
D - VTKA - Sarıçam	10,33	abcd
D - VTKA - Doğu Kayını	10,40	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,46	abcde
PVAc - Sarıçam	10,52	abcdef
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,63	abcdef
PVAc - Sapsız Meşe	10,64	abcdef
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	10,81	bcdef
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	10,99	cdef
PVAc - Doğu Kayını	11,30	def
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,43	def
Üre Formaldehit - Sarıçam	11,49	def
D - VTKA - Sapsız Meşe	11,69	efgh
Fenol Formaldehit - Sarıçam	11,72	efgh
Melamin Formaldehit - Sarıçam	11,72	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,41	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,71	h

4.2.6.5. Kontrol grupları ve 75 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 75 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 3.60'da verilmiştir.

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 75 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36

N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (9,28 N/mm²) 80 °C sıcaklıkta D - VTKA - Uludağ Göknaı örnekleri arasında bulunmuştur (Çizelge 4.72).

Çizelge 4.72. 75 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,74	13,50	13,22	13,81	13,44
	40	10,86	11,82	12,35	12,28	12,17
	60	11,31	10,94	12,03	11,74	11,95
	80	10,33	10,52	11,70	11,49	11,72
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,09	14,59	14,86	12,34	12,16
	40	10,65	12,55	12,86	11,33	11,53
	60	10,67	12,64	12,84	11,65	11,41
	80	10,40	11,30	12,71	11,43	10,99
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	13,69	13,41	14,18	12,04	11,54
	40	12,07	11,58	12,78	11,23	10,60
	60	12,05	11,49	12,68	11,00	10,48
	80	11,69	10,64	12,41	10,81	10,63
Uludağ Göknaı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,51	10,82	10,94	10,61	11,96
	40	10,27	10,12	10,13	9,93	10,76
	60	9,28	10,04	10,05	9,99	10,66
	80	10,02	9,48	9,65	9,93	10,46

4.2.7. 90 Gün süreyle termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

4.2.7.1. 20 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknaı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 90 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.73'de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.74'de ve Duncan testine ait veriler 4.75'de verilmiştir.

Çizelge 4.73. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	12,69	11,88	13,50	1,14
	PVAc	13,54	12,73	14,36	0,78
	Fenol Formaldehit	13,25	12,44	14,07	0,80
	Üre Formaldehit	13,71	12,96	14,59	0,60
	Melamin Formaldehit	13,53	12,72	14,35	0,37
Doğu Kayını	D - VTKA	13,13	12,32	13,94	1,20
	PVAc	14,34	13,53	15,15	0,33
	Fenol Formaldehit	14,91	14,09	15,72	0,74
	Üre Formaldehit	12,39	11,57	13,20	0,91
	Melamin Formaldehit	12,3	11,49	13,11	0,90
Sapsız Meşe	D - VTKA	13,92	13,10	14,73	0,50
	PVAc	13,17	12,36	13,98	1,23
	Fenol Formaldehit	14,22	13,41	15,03	1,21
	Üre Formaldehit	12,09	11,28	12,90	0,81
	Melamin Formaldehit	11,40	10,59	12,22	0,55
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	11,40	10,59	12,21	0,50
	PVAc	11,46	10,64	12,27	0,70
	Fenol Formaldehit	10,86	10,04	12,27	2,06
	Üre Formaldehit	10,64	9,82	11,45	0,56
	Melamin Formaldehit	11,80	10,99	12,62	0,60

90 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Gökarnı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (14,91 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değeri (10,64 N/mm²) Üre Formaldehit - Uludağ Gökarnı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.74. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	142,92	19	7,52	9,01	0,00
Sabit Terim	16244,39	1	16244,39	19471,39	0,00
A	19,49	4	4,87	5,84	0,00
B	79,07	3	26,35	31,59	0,00
A - B	44,36	12	3,69	4,43	0,00
Hata	66,74	80	0,83		
Toplam	16454,06	100			
Düzeltilmiş Toplam	209,67	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 90 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.75’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 90 gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.75).

Çizelge 4.75. 90 Gün bekletme süresi ve 20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,64	a
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,86	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	11,40	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	11,40	abc
PVAc - Uludağ Göknarı	11,46	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	11,80	abc
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	12,09	bcd
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	12,30	cde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	12,39	cde
D - VTKA - Sarıçam	12,69	cdef
D - VTKA - Doğu Kayını	13,13	defg
PVAc - Sapsız Meşe	13,17	defg
Fenol Formaldehit - Sarıçam	13,25	defg
Melamin Formaldehit - Sarıçam	13,53	efg
PVAc - Sarıçam	13,54	efg
Üre Formaldehit - Sarıçam	13,77	fgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	13,92	fgh
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	14,22	gh
PVAc - Doğu Kayını	14,34	gh
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	14,91	h

4.2.7.2. 40 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 90 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerleri Çizelge 4.76'da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.77'de ve Duncan testine ait veriler 4.78'de verilmiştir.

90 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,98 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (9,58 N/mm²) PVAc - Uludağ Göknarı örnekleri arasında belirlenmiştir (Çizelge 4.76).

Çizelge 4.76. 90 Gün süreyle 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	10,49	9,62	11,36	0,84
	PVAc	11,40	10,53	12,27	1,94
	Fenol Formaldehit	12,02	11,15	12,89	0,76
	Üre Formaldehit	12,24	11,37	13,11	0,78
	Melamin Formaldehit	12,17	11,30	13,04	1,35
Doğu Kayını	D - VTKA	10,51	9,63	11,38	1,11
	PVAc	11,45	10,58	12,32	0,33
	Fenol Formaldehit	12,98	12,11	13,85	1,19
	Üre Formaldehit	11,29	10,42	12,16	1,06
	Melamin Formaldehit	11,19	10,32	12,07	1,20
Sapsız Meşe	D - VTKA	11,85	10,98	12,72	0,26
	PVAc	10,78	9,91	11,65	0,58
	Fenol Formaldehit	12,78	11,91	13,66	0,72
	Üre Formaldehit	11,19	10,32	12,07	0,67
	Melamin Formaldehit	10,60	9,73	11,47	0,64
Uludağ Gökarnarı	D - VTKA	10,12	9,25	10,99	0,84
	PVAc	9,58	8,71	10,45	0,41
	Fenol Formaldehit	10,14	9,27	11,01	1,74
	Üre Formaldehit	9,89	9,02	10,76	0,62
	Melamin Formaldehit	10,76	9,89	11,63	0,39

Çizelge 4.77. 90 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	86,68	19	4,56	4,76	0,00
Sabit Terim	12523,28	1	12523,28	13072,78	0,00
A	19,63	4	4,90	5,12	0,00
B	40,08	3	13,36	13,94	0,00
A - B	26,96	12	2,24	2,34	0,01
Hata	76,63	80	0,95		
Toplam	12686,61	100			
Düzeltilmiş Toplam	163,32	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 90 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın

gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.78’de verilmiştir.

Çizelge 4.78. 90 Gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
PVAc - Uludağ Göknarı	9,58	a
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,89	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	10,12	abc
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,14	abc
D - VTKA - Sarıçam	10,49	abcd
D - VTKA - Doğu Kayını	10,51	abcd
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,60	abcde
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,76	abcdef
PVAc - Sapsız Meşe	10,78	abcdef
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,19	bcdefg
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,29	bcdefg
PVAc - Sarıçam	11,40	cdefgh
PVAc - Doğu Kayını	11,45	cdefgh
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,47	cdefgh
D - VTKA - Sapsız Meşe	11,85	defghi
Fenol Formaldehit - Sarıçam	12,02	efghi
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,17	fghi
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,24	ghi
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,78	hi
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,98	i

Duncan testi sonucuna göre 90 gün bekletme süresi ve 40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.7.3. 60 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 90 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge

4.79’da, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.80’de ve Duncan testine ait veriler 4.81’de verilmiştir.

Çizelge 4.79. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	9,89	9,10	10,68	0,76
	PVAc	9,93	9,14	10,77	0,35
	Fenol Formaldehit	11,54	10,76	12,33	1,37
	Üre Formaldehit	12,07	11,28	12,86	0,76
	Melamin Formaldehit	12,05	11,26	12,84	1,42
Doğu Kayını	D - VTKA	10,21	9,24	11,00	0,77
	PVAc	10,77	9,99	11,56	0,54
	Fenol Formaldehit	12,66	11,87	13,45	1,20
	Üre Formaldehit	11,01	10,23	11,80	0,71
	Melamin Formaldehit	11,08	10,29	11,86	0,77
Sapsız Meşe	D - VTKA	10,71	9,93	11,50	0,96
	PVAc	10,77	9,99	11,56	0,27
	Fenol Formaldehit	12,53	11,74	13,32	0,88
	Üre Formaldehit	11,01	10,22	11,80	0,68
	Melamin Formaldehit	10,38	9,59	11,17	0,74
Uludağ Göknarı	D - VTKA	9,96	9,17	10,75	0,78
	PVAc	9,49	8,70	10,28	0,55
	Fenol Formaldehit	9,91	9,12	10,70	1,55
	Üre Formaldehit	9,73	8,94	10,52	0,61
	Melamin Formaldehit	10,72	9,93	11,51	0,71

90 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,66 N/mm²) Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (9,49 N/mm²) PVAc - Uludağ Göknarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

Çizelge 4.80. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	84,38	19	4,44	5,65	0,00
Sabit Terim	11699,77	1	11699,77	14894,33	0,00
A	31,29	4	7,82	9,96	0,00
B	24,24	3	8,08	10,28	0,00
A - B	28,83	12	2,40	3,05	0,00
Hata	62,84	80	0,78		
Toplam	11847,00	100			
Düzeltilmiş Toplam	147,22	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 90 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi $P < 0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.81’de verilmiştir.

Duncan testi sonucuna göre 90 gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.81).

Çizelge 4.81. 90 Gün bekletme süresi ve 60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
PVAc - Uludağ Göknaarı	9,49	a
Üre Formaldehit - Uludağ Göknaarı	9,73	ab
D - VTKA - Sarıçam	9,89	abc
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknaarı	9,91	abc
PVAc - Sarıçam	9,93	abc
D - VTKA - Uludağ Göknaarı	9,96	abc
D - VTKA - Doğu Kayını	10,21	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,38	abcd
PVAc - Sapsız Meşe	10,58	abcd
D - VTKA - Sapsız Meşe	10,71	abcd
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknaarı	10,72	abcd
PVAc - Doğu Kayını	10,77	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	11,01	bcde
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	11,01	bcde
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	11,08	cde
Fenol Formaldehit - Sarıçam	11,54	def
Melamin Formaldehit - Sarıçam	12,05	ef
Üre Formaldehit - Sarıçam	12,07	ef
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,53	f
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,66	f

4.2.7.4. 80 °C Sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış örneklerin yapışma dirençleri

Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri, PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen ve 90 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ilişkin ortalama değerler Çizelge 4.82’de, çoklu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.83’de ve Duncan testine ait veriler 4.84’da verilmiştir.

90 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta Termal yaşlandırmaya maruz bırakılan Sarıçam, Uludağ Göknaarı, Sapsız Meşe ve Doğu Kayını masif ağaç malzemeleri ile PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit yapıştırıcıları etkileşmesi sonucu en yüksek değeri (12,44 N/mm²)Fenol Formaldehit - Doğu Kayını, en düşük değer (9,44 N/mm²) PVAc - Uludağ Göknaarı örnekleri arasında belirlenmiştir(Çizelge 4.82).

Çizelge 4.82. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç türü	Tutkal Türü	Ortalama	Minimum	Maksimum	St.Sapma
Sarı Çam	D - VTKA	9,83	9,06	10,69	0,91
	PVAc	9,88	9,06	10,69	0,82
	Fenol Formaldehit	11,48	10,66	12,29	0,72
	Üre Formaldehit	11,52	10,70	12,33	0,64
	Melamin Formaldehit	11,88	11,07	12,70	1,61
Doğu Kayını	D - VTKA	10,05	9,24	10,87	0,50
	PVAc	10,62	9,81	11,44	0,49
	Fenol Formaldehit	12,44	11,6	13,25	0,54
	Üre Formaldehit	10,81	9,99	11,62	1,01
	Melamin Formaldehit	10,92	10,10	11,73	0,37
Sapsız Meşe	D - VTKA	10,44	9,59	11,22	1,25
	PVAc	10,42	9,60	11,23	1,13
	Fenol Formaldehit	12,35	11,54	13,17	0,68
	Üre Formaldehit	10,81	9,99	11,62	0,77
	Melamin Formaldehit	10,49	9,67	11,30	0,77
Uludağ Gökarnı	D - VTKA	9,61	8,79	10,42	1,23
	PVAc	9,44	8,63	10,26	0,75
	Fenol Formaldehit	9,70	8,88	10,51	1,22
	Üre Formaldehit	9,54	8,72	10,35	1,05
	Melamin Formaldehit	10,41	9,60	11,23	0,67

Çizelge 4.83. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin çoklu varyans analizi

Varyans Kaynakları	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Ortalama Kareler	F Hesap	Önem Düzeyi (P < 0,05)
Düzeltilmiş Model	78,09	19	4,11	4,89	0,000
Sabit Terim	11313,64	1	11313,64	13485,14	0,000
A	30,79	4	7,69	9,17	0,000
B	26,65	3	8,88	10,59	0,000
A - B	20,64	12	1,72	2,05	0,00
Hata	67,11	80	0,83		
Toplam	11458,85	100			
Düzeltilmiş Toplam	145,21	99			

A: Ağaç Türü, B: Tutkal Türü

Çoklu varyans analizi sonuçlarına göre 90 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan tutkal türü, odun türü ve bunların karşılıklı etkileşiminin yapışma direnci üzerine etkisi P < 0,05 düzeyinde önemli bulunmuştur. Bulunan bu farklılığın

gruplar arasındaki önem derecesini belirlemek için yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.84’de verilmiştir.

Çizelge 4.84. 90 Gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin % 95 güven aralığındaki Duncan testi sonuçları

Etkileşimler	Ortalama (N/mm ²)	Homojenlik grubu
PVAc - Uludağ Göknarı	9,44	a
Üre Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,54	ab
D - VTKA - Uludağ Göknarı	9,60	ab
Fenol Formaldehit - Uludağ Göknarı	9,70	ab
PVAc - Sarıçam	9,88	ab
D - VTKA - Sarıçam	9,88	ab
D - VTKA - Doğu Kayını	10,05	ab
D - VTKA - Sapsız Meşe	10,41	abc
Melamin Formaldehit - Uludağ Göknarı	10,41	abc
PVAc - Sapsız Meşe	10,41	abc
Melamin Formaldehit - Sapsız Meşe	10,49	abc
PVAc - Doğu Kayını	10,62	abcd
Üre Formaldehit - Doğu Kayını	10,81	abcd
Üre Formaldehit - Sapsız Meşe	10,81	abcd
Melamin Formaldehit - Doğu Kayını	10,92	bcd
Fenol Formaldehit - Sarıçam	11,48	cde
Üre Formaldehit - Sarıçam	11,52	cde
Melamin Formaldehit - Sarıçam	11,88	de
Fenol Formaldehit - Sapsız Meşe	12,35	e
Fenol Formaldehit - Doğu Kayını	12,44	e

Duncan testi sonucuna göre 90 gün bekletme süresi ve 80 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış gruplar arasındaki farklılık aynı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamsız, farklı homojenlik grubuna ait etkileşimler anlamlı bulunmuştur.

4.2.7.5. Kontrol grupları ve 90 gün bekletilmiş örneklerin tüm sıcaklıklardaki etkileşimler

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Göknarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 90 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.85’de verilmiştir.

Çizelge 4.85. 15 Gün bekletme süresi ve tüm sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılan örneklerin yapışma direncine ilişkin ortalama değerler (N/mm²)

Ağaç Türü	Sıcaklık	D - VTKA	PVAc	Fenol Formaldehit	Üre Formaldehit	Melamin Formaldehit
Sarıçam	Kontrol	12,49	13,08	13,53	13,86	13,67
	20	12,69	13,54	13,25	13,71	13,53
	40	10,49	11,40	12,02	12,24	12,17
	60	9,89	9,93	11,54	12,07	12,05
	80	9,83	9,88	11,48	11,52	11,88
Doğu Kayını	Kontrol	13,62	14,36	15,36	12,84	12,25
	20	13,13	14,34	14,91	12,39	12,35
	40	10,51	11,45	12,98	11,29	11,19
	60	10,21	10,77	12,66	11,01	11,08
	80	10,05	10,62	12,44	10,81	10,92
Sapsız Meşe	Kontrol	14,27	14,05	14,19	12,21	11,68
	20	13,92	13,17	14,22	12,09	11,40
	40	11,85	10,78	12,78	11,19	10,60
	60	10,71	10,77	12,53	11,01	10,38
	80	10,44	10,42	12,35	10,81	10,49
Uludağ Gökarnarı	Kontrol	11,58	11,77	12,21	10,88	11,94
	20	11,40	11,46	10,86	10,64	11,80
	40	10,12	9,58	10,14	9,89	10,76
	60	9,96	9,49	9,91	9,73	10,72
	80	9,61	9,44	9,70	9,54	10,41

Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız Meşe ve Uludağ Gökarnarı odunlarının D - VTKA, PVAc, Fenol formaldehit, Üre Formaldehit ve Melamin Formaldehit tutkalları ile yapıştırılması sonucu elde edilen kontrol grupları ve 90 gün süreyle 20, 40, 60, ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş örneklerin yapışma dirençleri test edilmiştir. İstatistiksel analiz neticesinde elde edilen ortalama değerlere göre en yüksek yapışma direnci değeri (15,36 N/mm²) kontrol grubunda Doğu Kayını - Fenol Formaldehit, en düşük deger (9,18 N/mm²) 80 °C sıcaklıkta Uludağ Gökarnar - PVAc örnekleri arasında bulunmuştur.

BÖLÜM 5

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR

Bu çalışmada Sarıçam, Doğu Kayını, Sapsız ve Uludağ odunları, Yapıştırıcı olarak PVAc, D - VTKA, Fenol Formaldehit, Melamin formaldehit ve Üre Formaldehit kullanılmıştır. Deneme numuneleri oluşturularak 15, 30, 45, 60, 75 ve 90 günlük bekletme süreleri ve 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklık şartlarında termal yaşlandırmaya tabi tutulmuş odun türü ve yapıştırıcı türüne ilişkin yapışma direncine ilişkin aşağıdaki sonuçlar belirlenmiştir.

Çalışmada kullanılan örneklerin hava kurusu hal yoğunlukları, en yüksek değer (0,81 g/cm³) Fenol Formaldehit-Sapsız Meşe en düşük değer (0,40 g/cm³) D - VTKA-Uludağ Göknarı, tam kuru hal yoğunlukları ise en yüksek değer (0,78 g/cm³) Fenol Formaldehit-Sapsız Meşe en düşük değer (0,37 g/cm³) D - VTKA-Uludağ Göknarı örnekleri arasında belirlenmiştir.

20 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış bekletme süreleri, tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en yüksek yapışma direnci değeri Fenol Formaldehit, en düşük yapışma direnci değeri Melamin Formaldehit ve Üre Formaldehit tutkallarının yaptığı etkileşimlerde belirlenmiştir. Toplam süre sonunda kontrol grubuna göre tutkalların yapışma direncinde genel olarak kontrol grubuna paralel direnç gösterdiği belirlenmiştir. 20 °C sıcaklığın yapışma direnci üzerinde etkili olmadığı söylenebilir.

40 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış bekletme süreleri, tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla direnç kaybı PVAc ve D - VTKA tutkallarında, en az yapışma direnci kaybı Melamin Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında %17, PVAc tutkalında %19 Fenol Formaldehit tutkalında %10, Melamin tutkalında %8 ve Üre Formaldehit tutkalında %9'luk yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. Sıcaklığın yapıştırıcıların kimyasal yapısı üzerinde dolayısıyla mekanik özellikleri üzerinde etkili olduğu söylenebilir. (P. Piispanen 2005), Malzemelerin iç yapısında

oluşan kimyasal değişimler, fiziksel ve mekanik özelliklerde ortaya çıkan değişimlerle belirlenebilir. Yüksek sıcaklıklarda birbirleriyle bağ kurarak sertleşmeye başlayan polimerler 32°C sıcaklıkta önemli bağ kopmalarının olduğu ve bağ kopmalarının yapışma direnci üzerinde olumsuz etki gösterdiğini belirlemiştir.

60 °C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış bekletme süreleri, tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc ve D - VTKA tutkallarında, en az direnc kaybı Üre formaldehit Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 20, PVAc tutkalında %22 Fenol Formaldehit tutkalında %11, Üre Formaldehit tutkalında %10 ve Melamin tutkalında %12'lik yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. Artan sıcaklık ve bekletme süresi Formaldehit yapıştırıcılarının yapışma direncini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. (Chow 1971), Fenol Formaldehit ile bağlanmış kaplamaların makaslama direnci özelliklerini incelenmiş bekletme süresi ve sıcaklığı artıkça odunda yapışmanın başarısız olma ihtimalinin arttığı ve yapışma direncinde düşüş olduğunu belirlemiştir.

80°C sıcaklıkta termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış bekletme süreleri, tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc tutkallında, en az yapışma direnci kaybı üre formaldehit Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 20, PVAc tutkalında %22, Fenol Formaldehit tutkalında %11, Üre Formaldehit tutkalında %10 ve Melamin tutkalında %11'lik yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. (Örs1987), Artan sıcaklığın fiziksel kurumalı tukalların yapışma direncini olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Fiziksel kurumalı olan PVAc tutkalının ısı arttıkça tutkalının mekanik özellikleri azalır. 70°C'nin üstünde yapışma direncini kaybettiğini belirlemiştir.

Sarıçam odununun bekletme süreleri , tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc ve D - VTKA tutkallarında, en az yapışma direnc kaybı Fenol Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 18, PVAc tutkalında %17 Fenol Formaldehit tutkalında % 7, Üre Formaldehit tutkalında % 9 ve Melamin tutkalında % 8'lik yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. (Bengtsson et al. 2003), Polivinilasetat (PVAc) ve Fenol Resorsinol Formaldehit (PRF) yapıştırıcıları kullanılarak elde edilen gluelam örnekleri 5 saat 220 °C'de termal işleme maruz bırakılmış çam ve ladin örneklerini test etmiş, PVAc ile bağlanan örneklerin performansı ciddi oranlarda düşük

olduğu gözlenmiştir. Bengtsson'un yaptığı çalışma ile yapılan bu çalışma birbirini desteklemektedir.

Termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış Doğu Kayını odunun bekletme süreleri , tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc tutkalında, en az yapışma direnci kaybı Fenol Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 15, PVAc tutkalında % 17 Fenol Formaldehit tutkalında % 5, Üre Formaldehit tutkalında %7 ve Melamin tutkalında % 6'lık yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. (Chang and Keith 1978), Üre Formaldehit ve PVAc tutkalları ile Kayın odununa termal işlem uygulayarak yapıştırılmış örneklerde sıcaklık ve bekletme süresi artıkça yapışma direncinde bir düşüş olduğunu belirlemiştir.

Sapsız Meşe odunun bekletme süreleri , tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc tutkalında, en az yapışma direnci kaybı Üre Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 14, PVAc tutkalında %16 Fenol Formaldehit tutkalında % 8, Üre Formaldehit tutkalında %4 ve Melamin tutkalında %6'lık yapışma direnci kaybı belirlenmiştir. Sapsız Meşe odunun yaptığı etkileşimler artan sıcaklık ve bekletme süresinde; Doğu Kayını, Sarıçam, Uludağ Göknaı odunlarının yaptığı etkileşimlere oranla daha iyi yapışma direnci gösterdiği belirlenmiştir. Bunun nedeni Sapsız Meşe odunun özgül ağırlığı ve anatomik yapısı etkili olduğu söylenebilir.

Termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış Uludağ Göknaı odunun bekletme süreleri, tutkal türleri ve kontrol grubu karşılaştırılmasında en fazla yapışma direnc kaybı PVAc tutkalında, en az yapışma direnci kaybı Fenol Formaldehit tutkalında belirlenmiştir. Toplam süre sonunda D - VTKA tutkalında % 15, PVAc tutkalında % 24 Fenol Formaldehit tutkalında % 6, Üre Formaldehit tutkalında % 8 ve Melamin tutkalında % 8'lik yapışma direnci kaybı belirlenmiştir.Uludağ Göknaının D - VTKA, PVAc, Fenol Formaldehit, Üre formaldehit ve Melamin Formaldehit; 20, 40, 60 ve 80 °C sıcaklıklarda termal yaşlandırmaya maruz bırakılmış en yüksek değeri Melamin Formaldehit, en düşük değeri Üre formaldehit tutkalları vermiştir. Bunun nedeni Melamin formaldehit tutkallının vizkositesi ve Uludağ Göknaının anatomik yapısından dolayı bünyesine daha çok tutkal absorbe etmesi ve yüzeyde güçlü bir spesifik adezyon oluşturması olabilir.

Sonuç olarak sıcaklık ve bekletme süresi artıkça yapışma direncinde düşmeler olduğu bu düşmelerin sıcaklığın, odunun türü, özgül ağırlığı ve yapıştırıcının türüne göre değiştiği belirlenmiştir. Odunun özgül ağırlığı sıcaklık karşısında bekletme süresince sahip olduğu nem oranının azalması dolayısıyla kütle kaybına sebep olduğu söylenebilir. (Feist and Sell1987), Gökmar odunun Termal işlem süresince özgül ağırlığının düştüğünü, bu düşüşün mevcut hidroksil grubunun azalması sonucu odun bünyesinde tutulan su kaybının neden olduğunu belirlemiştir. Yapıştırıcıların yapışma direncindeki kayıplar ise yapıştırıcıyı oluşturan moleküllerin kendi arasında oluşturduğu kohezyon bağı ve yapıştırıcıların odun örnekleriyle yaptığı adezyon bağlarının sıcaklık karşısında değişim gösterdiği söylenebilir.

5.2. ÖNERİLER

Termal yaşlandırmanın ahşap ve ahşap yapıştırıcıların adlı bu çalışma sonucunda şu öneriler verilebilir.

Formaldehit reçinelerinin artan sıcaklık ve süreye bağlı olarak genelde iyi yapışma direnci gösterdiği belirlenmiştir.Yüksek sıcaklara sahip ortamlarda ağaç malzemelerin anatomik özellikleri göz önünde bulundurularak Formaldehit reçinelerinin Doğu Kayını ve Sapsız Meşe odunlarıyla yaptığı etkileşimler tercih edilebilir.

Bu çalışmada termal yaşlandırmanın bazı ahşap ve ahşap yapıştırıcıların mekanik özelliklerinden yapışma direnci çalışılmıştır. Benzer çalışmalar ahşap ve ahşap yapıştırıcıların diğer özellikleri (fiziksel, teknolojik, kimyasal vb) içinde yapılabilir

KAYNAKLAR

- Ahmad T, Kenne L, Olsson, K. and Theander O** (1995) The formation of formaldehyde and formic acid from pentoses in slightly acidic deuterium oxide studied by H NMR spectyoscopy, *Carbohydrate Research*, Vol. 276: 309 - 320.
- Ale'n R, Kotilainen R and Zaman A** (2002) Thermochemical behavior of Nonvay spruce {*Picea abies* L.) at 180 – 225 °C, *WoodScience and Technolog*, 36:163 - 171
- ASTM - D 1183 - 3** standard practise for resistance of adhesive to cyclic laboratory aging conditions
- Ayadi N, Lejeune F, Charrier F, Charrier B and Merlin A** (2003) Color stability of heat treated wood during artifiical weathering, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 61 (3): 221-226.
- Bhirai N and Sobue N** (2001) Effect of entermitent heat treatment on crystallinity in wood cellulose, *Journal of Wood Science*, 47(5): 336 - 341.
- Bhuiyan T. R, Nobuyuki H And Nobuo S** (2000) Changes of crystallinity in wood cellulose by heat treatment underdried and moist conditions, *Journal of Wood Science*, vol. 46(6): 431 - 436
- Boonstra Tjeerdsma and B Miütz** (2005) Wettability changes and mass loss during heat treatment of wood, *Holzforschung*, Vol. 59:35 - 37.
- Boonstra M, J Rijdsdijk J, F Sander C** (2006b) Microstructural and Physical Aspects of Heat Treatment Vood. Part. 1 Hardwoods, *Maderas Ciencia y tecnologia*, 8(3): 193 - 208.
- Boonstra M, Van J, Kegel, E and Stevens M** (2006) Optimisation of a two stage heat treatment process: durability aspects, *Wood Sci, Tech*, Department of Applied Sciences, University of Quebec at Chicoutimi, Chicoutimi, Canada.
- Boonstra M and Tjeerdsma B** (2006) Chemical analysis of heat treated softwoods, *Holz als Roh - und Werkstoff*, Vol. 64: 204 - 211.
- Bourgois J, Janin G and Guyonnet R** (1991) Measuring colour: a method of studying and optimising the chemical transformations of thermaïly - treated wood, *Holzforschung*, 4(5): 377 - 382.
- Chang C, and Keith T** (1978) Properties of heat - darkened wood. Mechanical properties and gluability. Ottawa: Eastem Forest Products Laboratory, *Fisheries and Environment*, Canada:1—19.
- Chung Y.** (1968) Glueability of southern pine early and late wood, *Forest Products Journal*, Vol. 18, No: 2. USA.
- Colakoğlu, G.** (1998) *Wood Adhesives*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği, Lisansüstü Ders Notu, S. 32 - 58
- Çolakoğlu, G.** (1993) Kontrplak Üretim Şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

KAYNAKLAR(devam ediyor)

- Dinwoodie J.** (2000) Timber: its Nature and behaviour, 2nd edn. E. and F. N. Spon, (Ed.), *The Chemistry of Solid – Wood*, ACS Sym Series 208. Washington DC, pp 211 - 215.
- Doi S, Kurimoto Y, Ohmura, W Ohara, Aoyama M and Yoshimura T** (1999) Effects of heat treatments on the feeding behavior of two subterranean termites, *Holzforchung*, 53(3):225 - 229.
- Edlund M And Jermer, J.** (2004) Durability Of Heat - Treated Wood, *Final Workshop COST Action E22 - Environmental Optimisation of Wood Protection*, Lisboa – Portugal.
- Esteves B, Velez M, Domingos I. and Pereira H** (2006) Influence of steam heating on the properties of pine (*Pinus pinaster*) and eucalypt (*Eucalyptus globulus*) wood, *Wood Science Tech*, Department of Applied Sciences, University of Quebec at Chicoutimi, Chicoutimi, Canada.
- Feist W, Hajny G and Springer L** (1973) Effect of storing green wood chips elevated temperatures, *Tappi*, 5(8): 91 - 95.
- Feist W and Seli J** (1987) Weathering behaviour of dimensionally stabilized wood by heating under pressure of nitrogen gas, *Wood and Fiber Science*, 19(2): 183 - 195.
- Garrote G, Dominguez H and Parajo C** (1999) Hydrothermal processing of lignocellulosic materials, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 57(3): 191 - 202.
- Göker Y. ve Bozkurt Y.** (1986) *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi*, İ.Ü. Orman Fakültesi yayını, İstanbul.
- Green D** (1999) Adjusting Modulus of Elasticity of Lumber for Changes in Temperature. *Forest Products Journal*, 49 (10): 82 - 94.
- Green D, Evans W and Craig B** (2003) Durability of structural lumber products at high temperature. Part 1: 66°C at 75% RH and 82° C at 30% RH, *Wood and Fiber Science* 35(4): 499 - 523.
- Green D, Evans, J and Craig B** (2003) Durability of structural lumber products at high temperature. Part 1: 66°C at 75% RH and 82° C at 30% RH, *Wood and Fiber Science* 35 (4): 499 - 523.
- H Van and Steven, M** (2006a) Microstructural and Physical Aspects of Heat Treatment Wood. Part. 1. Softwoods, *Maderas Ciencia y tecnologia* 8(3): 193 - 208.
- Haeggström E, Wallin A, Hoffren H, Hassinen T and Viitaniemi P** (2005) Study On Attenuation, Modulus Of Elasticity And Nonlinearity in Thermowood Using Ultrasound, *Review of Quantitative Nondestructive Evaluation* Vol 24 pp. 1500 – 1508
- Hietala S, Maunu S, Sundholm, Jamsa S. and Viitaniemi P** (2002) Structure of thermally modified wood studied by liquid state NMR measurements, *Holzforchung*, Vol. 56(5):522 - 528.
- Inoue M, Norimoto M, Tanahashi M and Rowell M.** (1993) Steam or Heat Fixation of Compressed Wood, *Wood and Fiber Science*, 25(3):224 - 235. *Interface Anal*, 38:1336 - 1342.

KAYNAKLAR(devam ediyor)

- Ishiguri F, Masubuchi N, Yokota S and Yoshiawa N** (2005) Changes in the physical and chemical properties of six Japanese softwoods caused by lengthy smoke - heating treatment, *Vol.* 51: 161 - 166.
- Ishikawa A, Kuroda N and Kato A.** (2004) in situ measurement of wood moisture content in high - temperature steam, *J Wood Sci*, 50:7 - 14.
- Steven M.** (2006b) Microstructural and Physical Aspects of Heat - Treatment Wood. Part. 1. Hardwoods, *Maderas Ciencia tecnologia* 8(3): 193 - 208.
- Jaemsae S, Ahola P. and Viitaniemi P** (2000) Long - term natural weathering of coated Thermo, *Wood, Pigment Resin Technoloy*, 29(2): 68 - 74.
- Johansson D.** (2005) Drying and Heat Treatment of Wood: Influences on Internal Checking, *Proceedings 3rd Nordic Drying Conference*, Karlstad, Sweden.
- Johansson D. And Mor'en T** (2006). The potential of colour measurement for strength prediction of thermally treated wood, *Holz als Roh - und Werkstoff*, (64): 104 - 110.
- Kamdem D and Jermannaud A.** (2002) Durability of heat - treated wood, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 60: 1 - 6.
- Kamdem D, Pizzi A and Triboulot M** (2000) Heat - Treated Timber: Potentially Toxic Byproducts Presence and Extend of Wood Cell Wall Degradation, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 58(4): 253 - 257.
- Keith and Chang, C. T.** (1978) Properties of heat - darkened wood. I. Hyrdroscopic properties, Report, *Eastren Forest Products Laboratory*, Canada, No OPX213E.
- Kim D, Nishiyama Y, Wada Kuga, S and Okano T.** (2001) Thermal decomposition of cellulose crystallites in wood, *Holzforchung*, 55(5): 521 - 524.
- Kim G, Yun K. and Kim, J** (1998) Effect of heat treatment on the decay resistance and bending properties of radiata pine sapwood, *Material und Organismen*, 32(2):101 - 108.
- Kubojima Y, Okana T. and Ohta M.** (2000) Bending strength and toughness of heat - treated wood, *Journal of Wood Science*, 46(1): 8 - 15
- Kurt Ş.**(2006) Emprenye edilmiş lamine ağaç malzemelerin(lvl) deniz ortamında bazı teknolojik özelliklerin değişimi, Doktora Tezi, Z.K.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak
- Mayes D and Oksanen O** (2002) *Thermo Wood Handbook*, Finnforest, Finland.
- Millet M and Gerhards G** (1972) Accelerated aging: residual weight and flexural properties of wood heated in air at 115 to175 °C, *Wood Science*, 4(4): 193 - 201.
- Mitchell P** (1998) Irreversible property changes of small loblolly pine specimens heated in air, nitrogen, or oxygen, *Wood and Fiber Science*, 20(3):320 - 355.
- Nassar M and MacKay G** (1984) Mechanism of thermal decomposition of lignin, *Wood and Fiber Science*, 16(3), 441 - 453.
- Nuopponen M, Vuorinen T. Jamsa S. and Viitaniemi P** (2004) Thermal modifications in softwood studied by FTIR and UV resonance Raman spectroscopies, *Journal of Wood Chemistry and Technology*, 24(1): 13 - 26.

KAYNAKLAR(devam ediyor)

- Nuopponen M** (2005) FTIR And UV Raman. Spectroscopic Studies On Thermal Modification Of Scots Pine Wood And Its Extractable Compounds, Doctor Thesis, The Department Of Forest Products Technology For Public Examination And Debate In Auditorium VI At Helsinki University Of Technology (Espoo, Finland), April, Helsinki.
- Obataya E, Shibutani S, Hanata K. and Doi S.** (2006) Effects of high temperature kiln drying on the practical performances of Japanese cedar wood (*Cryptomeria japonica*) I: changes in hygroscopicity due to heating, *J Wood Sci*, 52: 33 - 38.
- Öktem, E.** (1976) Bazı Ağaç Türlerimiz Örneklerinin Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar, *Orman Araştırma Enstitüsü Yayını*, Teknik Bülten, No: 81. Ankara.
- Örs Y** (1987) Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemede Mekanik Özellikler, K.TÜ, *Orman Fakültesi yayını*, No: 112, Fakülte Yayın No: 11, Trabzon.
- Packham DE.** (1992) *Hand Book of Adhesives*, vol. 407, London:Longman.
- Rapp A and Sailer, M.** (2000) Heat Treatment in Germany,*Proceedings of Seminar " Production and Development of Heat Treated Wood in Europe* , Helsinki, Oslo
- Risholm L, Sundman M, Lundgren M, Vestin E and Herder P** (1998) Emissions of acetic acids and other volatile organic compounds from different species of solid wood, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 56: 125 - 129.
- Rousset P, Perrfi P and Girard P** (2004) Modification of mass transfer properties in poplar wood by a thermal treatment at high temperature, *Holz Roh Werkst*, 62: 113 - 119.
- Sanderman W and Augustin H** (1964) Chemical investigations on the thermal decomposition of wood - Part III: chemical investigation on the course of decomposition, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 22(10): 377 - 386.
- Santos J** (2000) Mechanical behaviour of Eucalyptus wood modified by heat, *Wood Science and Technology*, 34:39 - 43.
- Schneider, A.** (1973) Investigations on the convection Drying of Lumber at Extremely High Temperatures, *Holz Roh - und Werkstoff*, 31: 198 - 206.
- Schneider A And Rusche H (1973)** Sorption behaviour of beech and spruce wood after heat treatment in air and in vacuum, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 31(8): 313 - 319.
- Sehlstedt K and Persson, M** (1995) High temperature drying of scots pine. A comparison between HT - and LT - drying, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 53: 95 - 99.
- Sehlstedt K and Persson, M** (2003) Colour responses to heat - treatment of extractives and sap from pine and spruce, *Proceedings 8th International UFRO Wood Drying Conference*, Brasov, Romania.
- Shimizu K, Sudo H and Fijii, T** (1989) *Total utilisation of wood components by steam explosion pre - treatment. in: Wood Processing and Utilization*, Keinedy, J. F, Phillips, G.O. and Williams, P.A. (Eds.). Ellis Harwood, Chichester, UK, pp. 407 - 412.
- Snorgen C** (1974) Strength Properties of Dried Wood after Heat Treatment, *Handbook of Surface Preparation*, Palmerton Publishing, New York, USA

KAYNAKLAR(devam ediyor)

- Sundqvist B** (2004) Colour Changes and Acid Formation in Wood During Heating, Doctoral Thesis, Vol. 10, pp. 61, Skelleftea Campus, Division of Wood Material Science, Sweden
- Sundqvist B** (2004) Colour Changes and Acid Formation in Wood During Heating, Doctoral Thesis, Vol. 10, pp. 61, Skellefteâ Campus, Division of Wood Material Science, Sweden
- Şenay A** (1996) Lamine Edilmiş Ağaç Malzemenin Teknolojik Özellikleri, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tank T** (1995) Tutkallar ve Tutkallama Tekniği, İ.Ü. Orman Fakültesi, *Yüksek Lisans Ders Notu*, İstanbul.
- Tjeerdsma B and Militz H** (2005) Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heattreated wood, *Holz als Roh - und Werkstoff* 63: 102 - 111.
- TS 3891** (1983) Yapıştırıcılar – Polivinilasetat Emülsiyonu, TSE Standardı, Ankara.
- TS 5430 EN 204** (2003) Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Termoplastik Ahşap Yapıştırıcıların Sınıflandırılması.
- TS EN 205** (2004)Yapıştırıcılar - Yapısal olmayan Uygulamalar İçin Ahşap Panel Yapıştırıcılar - Bindirmeyle Yapıştırılmış Eklerin Çekmeyle Kayma Mukavemetinin Tayini, TSE Standardı, Ankara
- U.S.Department of Agriculture, Forest Service.** (1974) *Wood Handbook*, USDA Agric. Handb.72, rev. Washington, D. C.
- Unsal O and Ayrılmış N** (2005) Varitions in compression strength and surface roughness of heat - treated Turkish river red gum wood, *J Wood*, 51: 405 - 409.
- Uysal B ve Kurt Ş** (2005) Yanmayı Geciktirici Bor İçerikli Emprenye Maddelerinin Ahşap Malzemenin Yapışma Direncine Etkisi, *I. Ulusal Bor Çalıştayı Bildiriler Kitabı*, sayfa 43, Ankara.
- Üretici firma.** (2007) Polisan Dilovası - Gebze, Bolu.
- Viitanen H, Jamsa S, Paajanen L, Nurmi A. and Viitaniemi, P** (1994a) The Effect of Heat Treatment on the Properties of Spruce, *IRG/WP/40032 Annual Meeting*, May 29 - June 3 - 1994, Indonesia, Section 4,1 - 4.
- Viitanen H, Jamsa S, Paajanen L, Nurmi A and Viitaniemi P** (1994b) The effect of heat treatment on the properties of spruce, A preliminary report, *International Research Group on Wood Preservation*, Doc. No. IRGAVP 94 - 40032.
- Weiland J and Guyonnet R** (2003) Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modified wood using DRIFT spectroscopy, *Holz als Roh - und Werkstoff*, 61:216 - 220.
- Winandy J** (2001) Thermal degradation of fire - retardant - treated wood: Predicting residual service - life, *Forest Products J.* 51(2): 47 - 54.
- Yıldız S** (2002) Physical, mechanical technological and chemical properties of Fagus orientaus and Picea orientalis - wood treated by heat, PhD Thesis, Blacksea Technical University, Trabzon, Turkey, p: 245.
- Yıldız S. and Gümüşkaya E** (2007) The effects of thermal modification on crystalline structure of cellulose in soft and hardwood, *Building and Environment* 42 (1) 62 - 67.

ÖZGEÇMİŞ

M Nuri YILDIRIM 1979 yılında Ağrı'da doğdu; ilk ve orta öğrenimini Doğubayazıt'ta tamamladı. Doğubayazıt Çok Programlı Meslek Lisesi, Mobilya ve Dekorasyon Bölümü'nden mezun olduktan sonra 2002 yılında ZKÜ Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü'ne girdi; 2006 yılında iyi derece ile mezun olduktan sonra, 2006 yılında ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı'nda başlamış olduğu yüksek lisans programını, Karabük Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı altında sürdürmektedir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Karabük Üniversitesi Safranbolu Meslek Yüksekokulu

Tel: (0371) 7124395
Cep Tel: 0544 6503117
E-posta: zkupmny@hotmail.com