

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AĞAÇ TÜRÜ, PARAFİN KULLANIM MİKTARI VE UYGULAMA ŞEKLİNİN
YONGALEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mehmet BAHAROĞLU

HAZİRAN 2010

TRABZON

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**AĞAÇ TÜRÜ, PARAFİN KULLANIM MİKTARI VE UYGULAMA ŞEKLİNİN
YONGALEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
ETKİLERİ**

Orm. End. Müh. Mehmet BAHAROĞLU

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde
“Orman Endüstri Yüksek Mühendisi”
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 07.06.2010
Tezin Savunma Tarihi : 24.06.2010**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gökay NEMLİ
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nurgül AY
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA**

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2010

ÖNSÖZ

Ağaç türü, parafin kullanım miktarı ve uygulama şeklinin yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri isimli bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım başta danışman hocam Sayın Prof. Dr. Gökay NEMLİ olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Nurgül Ay, Sayın Doç. Dr. Esat GÜMÜŞKAYA hocalarıma, tezin oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Turgay BİRTÜRK, Arş. Gör. Selahattin BARDAK ve Arş. Gör. Bünyamin SARI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Deneme levhalarının temini ve üretiminde yardımlarını esirgemeyen Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi yetkililerine ve özellikle Sayın Emir ZEKOVİÇ'e teşekkürlerimi arz ederim.

Bugünlere ulaşmamda maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme tüm kalbimle teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, yongalevha üretimi konusunda araştırma yapanlara ve uygulayıcılara faydalı olmasını temenni ederim.

Mehmet BAHAROĞLU
Trabzon 2010

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VIII
SUMMARY.....	IX
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	X
TABLolar DİZİNİ.....	XII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması.....	2
1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	4
1.3.1. Ağaç Malzeme.....	4
1.3.2. Yıllık bitkiler.....	6
1.3.3. Tutkal.....	6
1.3.3.1. Organik Tutkallar.....	6
1.3.3.1.1. Üre Formaldehit.....	7
1.3.3.1.2. Resorsin Formaldehit.....	10
1.3.3.1.3. Fenol Formaldehit.....	11
1.3.3.1.4. İzosiyanat.....	12
1.3.3.1.5. Melamin Formaldehit.....	12
1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar.....	14
1.3.3.3. Anorganik Tutkallar.....	15
1.3.3.4. Doğal Tutkallar.....	16
1.3.4. Katkı Maddeleri.....	17
1.3.4.1. Hidrofobik Maddeler.....	17
1.3.4.2. Sertleştirici Maddeler.....	18
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler.....	18
1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği.....	19
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	25

2.1.	Deneme Materyali	25
2.1.1.	Ağaç Malzeme	25
2.1.2.	Hidrofobik Madde	25
2.1.3.	Sertleştirici Madde	26
2.1.4.	Tutkal	26
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi	26
2.3.	Araştırma Yöntemleri	27
2.3.1.	Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi	27
2.3.1.1.	pH.....	27
2.3.1.2.	Alkol-Benzende Çözünürlü	28
2.3.1.3.	% 1'lik NaOH' ta Çözünürlük	29
2.3.1.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	29
2.3.1.5.	Soğuk Su Çözünürlüğü	29
2.3.1.6.	Holoselüloz Tayini	30
2.3.1.7.	Selüloz Tayini	30
2.3.1.8.	Alfa Selüloz Tayini	31
2.3.1.9.	Lignin Tayini.....	31
2.3.2.	Anatomik Çalışmalar	32
2.3.2.1.	Preparatların Hazırlanması, Ölçme ve Sayımlar.....	32
2.3.2.2.	Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi ve Ölçmeler	32
2.3.2.3.	Ölçüm ve Sayımların Yapılması	33
2.3.3.	Fiziksel Özellikler	34
2.3.3.1.	Rutubet Miktarı	34
2.3.3.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	34
2.3.3.3.	Özgül Ağırlık	35
2.3.4.	Mekanik Özellikler	35
2.3.4.1.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	35
2.3.4.2.	Eğilme Direnci	36
2.3.4.3.	Yüze Dik Çekme Direnci	36
2.3.5.	Levha Kalınlığının Belirlenmesi	37
2.4.	İstatistik Yöntemler	37
3.	BULGULAR	38
3.1.	Kimyasal Özellikler	38

3.1.1.	pH	38
3.1.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	39
3.1.3.	% 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük	40
3.1.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	40
3.1.5.	Soğuk Su Çözünürlüğü	41
3.1.6.	Holoselüloz	42
3.1.7.	Selüloz.....	43
3.1.8.	Alfa Selüloz	44
3.1.9.	Lignin	45
3.2.	Anatomik Özellikler	46
3.3.	Fiziksel Özellikler	48
3.3.1.	Rutubet Miktarı	48
3.3.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	48
3.3.3.	Özgül Ağırlık	52
3.4.	Mekanik Özellikler	52
3.4.1.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	52
3.4.2.	Eğilme Direnci	55
3.4.3.	Yüzeğe Dik Çekme Direnci	58
4.	TARTIŞMA	62
4.1.	Kimyasal Özellikler	62
4.1.1.	pH	62
4.1.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	62
4.1.3.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	63
4.1.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	64
4.1.5.	Soğuk Su Çözünürlüğü	65
4.1.6.	Holoselüloz	66
4.1.7.	Selüloz	67
4.1.8.	Alfa Selüloz.....	67
4.1.9.	Lignin	68
4.2.	Anatomik Özellikler	69
4.2.1.	Kızılcım (<i>Pinus brutia Ten.</i>) Odunun Anatomik Özellikleri	69
4.2.2.	Kanada Kavağı (<i>Populus canadensis Moench</i>) Odununun Anatomik Özellikleri.....	74

4.2.3.	Doğu kayını (<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>) Odununun Anatomik Özellikleri	77
4.2.4.	Türkiye Meşesi (<i>Quercus cerris L. var. cerris</i>) Odununun Anatomik Özellikleri.....	81
4.3.	Fiziksel Özellikler	86
4.3.1.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	86
4.4.	Mekanik Özellikler	93
4.4.1.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	93
4.4.2.	Eğilme Direnci	101
4.4.3.	Yüze Dik Çekme Direnci	109
5.	SONUÇLAR	117
5.1.	Kimyasal Özellikler	117
5.1.1.	pH	117
5.1.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük.....	117
5.1.3.	% 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük	117
5.1.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü.....	117
5.1.5.	Soğuk Su Çözünürlüğü	118
5.1.6.	Holoselüloz	118
5.1.7.	Selüloz.....	118
5.1.8.	Alfa Selüloz.....	118
5.1.9.	Lignin	119
5.2.	Anatomik Özellikler.....	119
5.2.1.	Kızılçam (<i>Pinus brutia Ten.</i>) Odunun Anatomik Özellikleri	119
5.2.2.	Kanada Kavağı (<i>Populus canadensis Moench</i>) Odununun Anatomik Özellikleri.....	120
5.2.3.	Doğu kayını (<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>) Odununun Anatomik Özellikleri	120
5.2.4.	Türkiye meşesi (<i>Quercus cerris L. var. cerris</i>) odununun anatomik özellikleri.....	121
5.3.	Fiziksel Özellikler	122
5.3.1.	Rutubet Miktarı	122
5.3.2.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	122
5.3.3.	Özgül Ağırlık	123
5.4.	Mekanik Özellikler	123
5.4.1.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	123
5.4.2.	Eğilme Direnci	124

5.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	124
6.	ÖNERİLER	126
7.	KAYNAKLAR	128
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Bu çalışmada; ağaç türü, parafin kullanım miktarı ve uygulama şeklinin yongalevhannın fiziksel (özgül ağırlık, rutubet miktarı, kalınlık artışı oranı) ve mekanik (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci) özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucunda; karışık yongalardan üretilen deneme levhalarında en yüksek mekanik dirençlere ve en düşük kalınlık artışına ulaşılmıştır. Meşe odunundan sertleştirici ilave edilerek üretilen deneme levhalarında ise en düşük mekanik direnç değerlerine ve en yüksek kalınlık artışı oranına ulaşılmıştır.

Alkol-benzen ve % 1'lik NaOH çözünürlük değerleri yüksek olan hammaddelerden üretilen yongalevhaların kalınlık artışı iyileşmiş, mekanik direnç özelliklerinin azaldığı tespit edilmiştir. pH değeri düşük ağaç türlerinde sertleştirici ilavesi mekanik ve fiziksel özellikleri olumsuz etkilemiştir. Selüloz oranı yüksek hammaddelerden üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri iyileşirken fiziksel özelliklerin düştüğü belirlenmiştir. Lignin ve alfa selüloz oranı yüksek hammaddeler kullanıldığında ise yongalevhaların mekanik özelliklerinin iyileştiği tespit edilmiştir.

Uzun lifler, çeper kalınlığı, 1 mm²'de ki trahe/traheit sayısı mekanik özellikleri olumlu etkilerken, kalınlık artışı oranını olumsuz etkilemiştir. Özışını paranzim hücreleri mekanik direnç değerlerini ve fiziksel özellikleri düşürmüştür.

Parafin miktarındaki artış, kalınlık artışı oranını azaltırken, mekanik direnç değerlerini düşürmüştür. Önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen deneme levhalarının fiziksel ve mekanik direnç değerleri, önce tutkal sonra parafin ve karışım halinde uygulanarak üretilen deneme levhalarından yüksek çıkmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yongalevha, Odunun Kimyasal Özellikleri, Anatomik Özellikler, Parafin, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Ağaç Türü

SUMMARY

Effects of Wood Species, Wax Sizing and Application Technics on Physical and Mechanical Properties of Particleboard

In this study; effects of wood species, wax sizing and application technics on the physical (density, moisture amount, thickness increasing ratio) and mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bond strength) properties of particleboard were examined.

According to the results, the highest mechanical strengths and the lowest thickness swelling were reached at test boards produced from mixed particles. The lowest mechanical properties and the highest thickness swelling values were obtained from the panels made from oak with hardener.

Particleboard manufactured from raw materials that have high amount of alcohol-benzene and 1% NaOH solubilities had low thickness swelling and poorer mechanical strength properties. Hardener addition for wood species at low pH values negatively affected physical and mechanical properties. Particleboards made from raw materials which have high amount of cellulose showed higher mechanical properties and poorer physical property. High lignin and alpha cellulose caused high mechanical strength properties.

While long fibers, cell wall thickness, number of vessel / tracheid in 1 mm² affected mechanical properties positively, they caused a negative effect on the thickness swelling. The ray cells decreased physical and mechanical properties.

While increasing wax amount, improved the thickness swelling, mechanical properties were decreased. Test boards produced by applying firstly wax, later adhesive gave better physical and mechanical properties then those of panels produced with firstly adhesive, later wax used and a mixing of these, respectively.

Key Words: Particleboard, Chemical Properties of Wood, Anatomical Properties, Wax, Physical Properties, Mechanical Properties, Wood Species

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.	Hammadde odun türünün pH değeri üzerine etkileri.....	62
Şekil 2.	Hammadde odun türünün alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi.....	63
Şekil 3.	Hammadde odun türünün % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi.....	64
Şekil 4.	Hammadde odun türünün sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	65
Şekil 5.	Hammadde odun türünün soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi	66
Şekil 6.	Hammadde odun türünün holoselüloz miktarı üzerine etkisi	67
Şekil 7.	Hammadde odun türünün selüloz miktarı üzerine etkisi	68
Şekil 8.	Hammadde odun türünün alfa selüloz miktarı üzerine etkisi	68
Şekil 9.	Hammadde odun türünün liginin miktarı üzerine etkisi	69
Şekil 10.	Kızılcım odununa ait enine kesit fotoğrafı	70
Şekil 11.	Kızılcım odununa ait radyal kesit fotoğrafı.....	70
Şekil 12.	Kızılcım odununa ait boyuna traheitler	71
Şekil 13.	Kızılcım odununa ait boyuna traheitler ve kenarlı geçitler	72
Şekil 14.	Kızılcım odununa ait özışını paranzim hücreleri.....	73
Şekil 15.	Kızılcım odununda üniseri özışınları	73
Şekil 16.	Kızılcım odununda üniseri özışınları	74
Şekil 17.	Kanada kavağı odununun enine kesit fotoğrafı.....	75
Şekil 18.	Kanada kavağı odununda kenarlı geçitler (trahelerin çeperlerinde)	76
Şekil 19.	Kanada kavağı odununda trahe hücresi ve libriform lifler.....	76
Şekil 20.	Kanada kavağı odununda homoselüler özışını ve bal peteği şeklinde geçitler.....	77
Şekil 21.	Doğu kayını odunu enine kesit fotoğrafı.....	78
Şekil 22.	Doğu kayını odununda merdiven şeklinde perforasyon tablası	78
Şekil 23.	Doğu kayınına ait lifler	79
Şekil 24.	Yatık özışını paranzim hücreleri	80
Şekil 25.	Üniseri ve mültiseri özışınları	80
Şekil 26.	Türkiye meşesi ağacına ait enine kesit fotoğrafı ve tül oluşumu	82
Şekil 27.	İlkbahar odunu trahesi.....	82
Şekil 28.	Türkiye meşesi odunu trahelerinde basit perforasyon tablası	83

Şekil 29. Türkiye meşesine ait lifler	83
Şekil 30. Yatık özışını paranzim hücreleri	84
Şekil 31. Üniseri özışınları	84
Şekil 32. Üniseri ve mültiseri özışınları	85
Şekil 33. Enine kesit; Apotraheal kesik zincir şeklinde odun paranzimi hücreleri	85
Şekil 34. Hammadde odun türünün 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi	91
Şekil 35. Parafin kullanım miktarının 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi	92
Şekil 36. Parafin uygulama şeklinin 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi	93
Şekil 37. Hammadde odun türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi	99
Şekil 38. Parafin kullanım miktarının elastikiyet modülü üzerine etkisi	100
Şekil 39. Parafin uygulama şeklinin elastikiyet modülü üzerine etkisi	101
Şekil 40. Hammadde odun türünün eğilme direnci üzerine etkisi	107
Şekil 41. Parafin kullanım miktarının eğilme direnci üzerine etkisi	108
Şekil 42. Parafin uygulama şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi	108
Şekil 43. Hammadde odun türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	114
Şekil 44. Parafin kullanım miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	115
Şekil 45. Parafin uygulama şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	116

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme levhası tipleri	28
Tablo 2. Hammadelere ait ortalama pH değerleri	38
Tablo 3. pH değerleri üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi Sonuçları	38
Tablo 4. Hammadelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri	39
Tablo 5. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	39
Tablo 6. Hammadelere ait ortalama % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri.....	40
Tablo 7. % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	40
Tablo 8. Hammadelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri.....	41
Tablo 9. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	41
Tablo 10. Hammadelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri	41
Tablo 11. Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	42
Tablo 12. Hammadelere ait ortalama holoselüloz miktarları	42
Tablo 13. Holoselüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	43
Tablo 14. Hammadelere ait ortalama selüloz ve hemiselüloz miktarları	43
Tablo 15. Selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	44
Tablo 16. Hammadelere ait ortalama alfa selüloz miktarları	44
Tablo 17. Alfa selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	44
Tablo 18. Hammadelere ait ortalama lignin miktarları	45
Tablo 19. Lignin miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	45
Tablo 20. Kızılcım (<i>Pinus brutia Ten.</i>) odununun anatomik özellikleri	46
Tablo 21. Kanada Kavağı (<i>Populus canadensis moench</i>) odununun anatomik özellikleri	46
Tablo 22. Doğu kayını (<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>) odununun anatomik özellikleri	47

Tablo 23. Türkiye meşesi (<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>) odununun anatomik özellikleri	47
Tablo 24. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri	48
Tablo 25. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları.....	49
Tablo 26. Kalınlık artışı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	49
Tablo 27. Kalınlık artışı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları	50
Tablo 28. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	50
Tablo 29. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları	51
Tablo 30. Kalınlık artışı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları	51
Tablo 31. Kalınlık artışı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları	52
Tablo 32. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri	52
Tablo 33. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri	53
Tablo 34. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	53
Tablo 35. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 36. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	54
Tablo 37. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 38. Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	55
Tablo 39. Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	55
Tablo 40. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri	56
Tablo 41. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analiz sonuçları	56
Tablo 42. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	57
Tablo 43. Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	57
Tablo 44. Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	57

Tablo 45. Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	58
Tablo 46. Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	58
Tablo 47. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme değerleri	59
Tablo 48. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	59
Tablo 49. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	60
Tablo 50. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	60
Tablo 51. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	60
Tablo 52. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	61
Tablo 53. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	61

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde hızla gelişen teknolojiye paralel olarak, orman ve orman ürünlerine karşı duyulan talep artmış, ormanların aşırı ve kontrolsüz kullanılması sonucu ormanlar ihtiyaç duyulan talebi karşılamayacak hale gelmiş ve mevcut kaynakların daha planlı ve rasyonel kullanım zorunluluğu doğmuştur.

Günümüzde, ihtiyaç duyulan talebi karşılamak için ormanlardan elde edilen lignoselülozik hammaddenin tamamının orman ürünleri sanayinde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bundan dolayıdır ki, masif ağaç malzemenin direkt kullanımı yanında, yongalevha, liflevha ve tabakalı ağaç malzeme sanayi gibi alternatif sanayi kolları meydana çıkmıştır. Bu sanayi dallarında çeşitli endüstri atıkları ve bitkisel atıklar değerlendirilebildiği gibi masif oduna göre daha az kusurlu ürünlerde kullanılabilir.

Yongalevhalar; birçok kullanım alanı için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşımaları, düzgün yüzeyli olmaları, istenilen ebatlarda ve kalınlıkta üretilebilmeleri, çivi, vida ve tutkal yardımı ile diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilmeleri, koruyucu, yanmayı geciktirici ve hidrofobik maddeler yardımı ile su itici özellikler kazandırılabilmesi, odun artıkları ve yıllık bitkiler gibi lignoselülozik ve lignoselülozik olmayan materyallerin hammadde olarak kullanılabilmesi, ikame ettiği diğer ürünlerden daha ucuz olması gibi çeşitli özelliklere sahip olmalarından dolayı üretim artışı olan bir ürün olarak piyasada yer almaktadır. Günümüzde üretim teknolojisi ve ekipmanlarındaki gelişmeler sayesinde farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu gelişmeler sayesinde, okal tip, kalıplanmış, çimentolu ve yönlendirilmiş yongalevhalar gibi farklı kullanım amaçlarına uygun panellerin üretilmesi sonucunda kullanım alanı gittikçe artış göstermektedir.

Türkiye’de orman kaynakları ve ormanlardan faydalanma sınırlı olup üretim, tüketimi karşılayacak durumda değildir. Bu amaçla odun hammaddesi dışındaki yıllık bitkilerden yararlanma durumuna gidilmiş ve yapılan araştırmalar sonucunda bunların yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır. Ancak kullanılacak bitkilerin yeterli miktarda bulunamaması ve özellikle sürekliliğinin olmaması, mevsimlik olması, taşıma, depolama ve üretime hazırlama gibi zorlukların olması problem teşkil etmektedir.

Yongalevha sanayi, orman ve kereste endüstrisi atıklarını kullanma imkânı verirken diğer taraftan da ormanların ıslahıyla elde elden ince çaplı materyale rasyonel bir kullanım alanı sağlamıştır. Böylece dünya genelinde yongalevha üretimi gittikçe artan bir ivmeyle ilerlemektedir. Bu alanda gerek üretim teknolojisinde, gerek makine ve ekipmanlarda, gerekse konuyla ilgili araştırma faaliyetlerinde büyük yenilikler gerçekleştirilmiştir ve çalışmalar devam etmektedir.

Yongalevha endüstrisinin dünyamızda ve ülkemizde ki gelişimi, odun hammaddesi yanında alternatif hammaddelerin bu sanayide kullanılabilmesi ve üretilen ürünlerin kullanım çeşitliliğinin artmasına ve performansına bağlı bulunmaktadır. Bu şekilde, ucuz, kaliteli ve farklı amaçlar için üretilen yeni tip yongalevhalar bu endüstrinin gelişmesine ve çeşitli alanlarda ki talebin karşılanmasına olanak sağlayacaktır.

Bu çalışmada; hammadde ağaç türü, parafin kullanım miktarı ve uygulama şeklinin yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yongalevha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongaların bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzeyli levhadır [1].

BS 1811 (1969)' e göre ise; odun veya diğer lignoselülozik lifli materyal parçacıklarından bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak basınç altında üretilen levha şeklindeki malzemedir [2].

Yukarıda belirtilen iki tanımdan yararlanılarak; yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları veya uygun bir yapıştırıcı ile sıcaklık ve basınç altında geniş yüzeyli levhalar haline dönüştürüldüğü bir malzeme olarak tanımlanabilir.

Yongalevhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları üç gruba ayırmak mümkündür [3].

- a. Tek tabakalı (Homojen) yongalevhalar
- b. Üç tabakalı yongalevhalar
- c. Çok tabakalı yongalevhalar

2. Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre iki grupta toplanmaktadır [4]:

a. Yatay yongalı levhalar: Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

3. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar üç kategoride toplanmaktadır [4]:

a. Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.

b. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları $0.590\text{--}0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.

c. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır.

4. Yongalevhalar yonga boyut ve şekillerine göre aşağıdaki gibi beş kategoride sınıflandırılmaktadır [3]:

a. Normal yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalar da genele olarak kalınlıkları $0.25\text{--}0.40\text{mm}$, genişlikleri $2\text{--}6\text{mm}$ ve uzunlukları $10\text{--}25\text{mm}$ 'ye kadar olan yongalar kullanılmaktadır.

b. Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yaklaşık $0.5\text{--}0.7\text{mm}$ kalınlığında, $35\text{--}75\text{mm}$ uzunluğunda ve $25\text{--}40\text{mm}$ genişliğindeki yongalara Wafer, bunlardan üretilen yongalara ise Waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Genellik çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır.

c. Şerit yongalı levha (Flakeboard): Kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı, fakat genişlikleri $9\text{--}10\text{mm}$ olan yongalardır ve bunlardan üretilen levhalara Flakeboard denilmektedir.

d. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board, OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları $0.4\text{--}0.8\text{mm}$, genişlikleri $6\text{--}25\text{mm}$ ve uzunlukları $38\text{--}63\text{mm}$ kadardır. Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen direnç değerlerinde üretilebilir. Masif oduna oranla daha stabil olup çatlak, budak gibi kusurları içermez. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikleri nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemenin kullanıldıkları yerlerde kullanılabilirler. Özellikle yapıların içinde; döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir.

5. Kullanılan bağlayıcı madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde

hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , AlO_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve böcekler tarafından tahrip edilememektedir [5]. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

6. Kullanım yerine göre yongalevhalar:

a. Kapalı mekânlarda kullanılanlar

b. Hava etkisine açık mekânlarda kullanılanlar olmak üzere ikiye ayrılırlar.

7. Yongalevhalar yüzey kaplama malzemesi çeşidine göre [6]:

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır [7].

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, diallayı phthalate, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminatları (CPL), folyolar, ahşap kaplama levhaları, fenolik kraft kağıtları, polivinil klorür (PVC), lignin dolgulu laminatlar, polietilen kağıtlar, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA(polivinil asetat) + üre ve üre+ amonyum klorür esaslı kağıtlardır [8].

8. TS EN 312'e göre yongalevhalar yedi grupta incelenmektedir[9].

a. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar

b. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için levhalar

c. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar

d. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

e. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

f. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

g. P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.1. Ağaç Malzeme

Yongalevha endüstrisinde, bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılmaktadır. Boyu 0.5–2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan

yuvarlak ve yarım odun, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı, yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir. Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Yongalevha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Buna rağmen üretimde yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı takdirde kullanılmasında fazla sakınca yoktur [10]. Yapılan çalışmalarda; ağaç kabuğunun dış tabaka yongalarına karıştırılmaktansa, orta tabaka yongalarına belirli oranda karıştırılması veya kabuk ekstraktı hazırlanması suretiyle üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun iyileştiği belirlenmiştir [11-23].

Yapılan bir çalışmada, atık gazete kâğıtları yongalara belirli oranlarda karıştırılarak tek tabakalı yongalevhalar üretilmiş ve yapılan testlerden elde edilen sonuçlar standartlara uygun çıkmıştır [24,25].

Guru ve arkadaşlarının (2009) yaptığı bir çalışma da fındık kabuğunun yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir [26]. Ayrılmış ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir çalışmada ise fıstık çamı kozalağının yongalevha üretimine uygun bir hammadde olduğu tespit edilmiştir. Fıstık çamı kozalağında bulunan ekstraktif maddelerden dolayı levhaların su alma miktarı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunda azalma görülmüştür [27]. Mendes ve arkadaşlarının (2009) çalışmalarında ise okaliptus (*Eucalyptus urophyllas*) ağacının yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir [28]. Pedieu ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışma da huş (*Betula papyrifera*) ağacından elde edilen yongaların yonga levhaların orta tabakasında kullanılmasının uygun olduğu saptanmıştır [29].

Güler ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan çalışmada yarfıstığı kabuğunun yongalevha üretime uygun bir hammadde olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Guru ve arkadaşlarının (2008) yaptığı çalışmalar sonucunda da ceviz kabuğunun yongalevha üretimden kullanılabileceği belirlenmiştir [30-31].

İskenderani (2009) tarafından yapılan çalışmada, hurma ağacı dallarından elde edilen yongaların üre formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılmasıyla üretilen yongalevhalar standartlara uygun sonuçlar vermiştir [32]. Nemli ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan çalışmada levhaların orta tabakalarına %12.5-25 oranında yabancı akasya kabuğu ilave edilmesi sonucu yongalevhaların formaldehit emisyonunda belirgin

bir azalma görülmüştür [33]. Bunun sebebinin kabuktaki fenolik ekstraktifler ile formaldehit arasında ki bir tür reaksiyondan kaynaklanabileceği öngörülmüştür.

Yapılan çalışmalar sonucunda; kayın, kavak, kızılğaç, söğüt, orman gülü, Japon criptomeryası, ardıç, sahil çamı, servi, Douglas göknarı, dal odunu, badem kabuğu, ve sahil çamı ibrelerinin yonga levha üretime uygun olduğu saptanmıştır [34–50].

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Endüstri alanında odun hammaddesi kullanımının artması neticesinde, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması olanaklarının araştırılmasına neden olmuştur.

Güntekin ve Karakuş (2008) tarafından yapılan çalışmada patlıcan saplarının, Nemli ve arkadaşlarının (2009) yaptığı çalışmada çimen atıklarının %13 oranına kadar, yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir [51–52]. Bir diğer çalışmada domates saplarından üretilen yongalevhaların kuru ortamlarda genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir [53].

Ayrıca yapılan çalışmalarda, ayçiçeği sapları, kenevir, keten, pirinç çeltiği, pamuk sapı, çay fabrikası atıkları, kenaf, bambu, Hindistan cevizi meyve kabuğu ve lifleri, şeker kamışı, buğday sapı, kivi budama atıkları, kene otu, asma ve mısır saplarının yongalevha üretimine uygun hammaddeler olduğu saptanmıştır [54–76].

1.3.3. Tutkal

1.3.3.1. Organik Tutkallar

Organik yapıştırıcılar sentetik, bitkisel ve hayvansal tutkallar olmak üzere üçe ayrılırlar. Bunlardan sentetik tutkallar bu endüstride kullanılmaktadır. Çözelti halindeki tutkallar yaklaşık üç ay içinde kullanılmayacak kadar bozulurlar. Dayanım süresi yaklaşık 6 ay olan toz halinde ki tutkallar ithal edilebilirler [3].

Yongalevha endüstrisinde kullanılan sentetik tutkallar genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol

formaldehit ve Resorsin formaldehit)'dir. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler. Bunlar arasında teknik ve ekonomik açıdan en önemlisi üre formaldehit tutkalıdır [3]. Beyaz renkli veya şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yongalevhelerde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.3.3.1.1. Üre Formaldehit

Ucuzluğu, kullanım teknolojisinin kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle yongalevha sanayindeki üretimin %90'nın da üre formaldehit tutkalı kullanılır [3]. Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek molekülü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır [77].

Tutkalın üretimi esnasında pH 5–5.5' da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'nın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonu durdurabilmektedir. Reçinenin % 40-60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı % 60-65'e çıkartılır. Hızlı bir sertleşme için katalizöre ihtiyaç vardır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür [78]. Üre formaldehit, yongalevha ve MDF üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Dünya genelinde, üre formaldehit tutkalının % 70'inden fazlası orman ürünleri sanayinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; % 61 oranında yongalevha, % 5 oranında kontrplak, % 27 oranında MDF ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır [79–81]:

- a. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- b. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- c. Suda çözünebilir.
- d. Kokusuzdur.
- e. Tutuşmaz.
- f. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- g. Fiyatı ucuzdur
- h. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- i. Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- j. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- k. Formaldehit emisyonu yüksektir.

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır [82].

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir [83].

- a. Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- b. İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- c. Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- d. Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

Genel olarak bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8–9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşmaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutularak nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (% 60–

65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademedeki ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\dot{U}= 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\dot{U} oranını istenilen seviyeye düşürmektedir.

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme sıcaklık $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve pH: 4–5 civarında gerçekleşmektedir. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondense olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir. Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir.

Günümüzde, laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemleri beraberinde getirmektedir.

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20'lik odun rutubeti $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ 'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria (2008) üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir [84].

Üre formaldehit tutkalının önemli problemlerinden olan formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir:

- Üre formaldehit tutkalına üre veya melamin ilavesi
- Ağaç levha ürünlerinin direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması
- Yongaların preslenmesi sırasında ek bir yüksek frekansla ısıtma uygulanması

d. Levha yüzey ve kenarlarının kaplanması

Son yıllarda formaldehit emisyonunun azaltılması için yeni araştırmalar yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre formaldehit emisyonunun iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

- a. Üre formaldehit reçine kimyasının modifikasyonu
- b. Formaldehit yerine daha az uçucu aldehit bileşiklerinin kullanımı

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

- a. Tutkal sentezi sırasında direkt olarak poylamin karıştırılması
- b. Amonyum klorür yerine sertleştirici olarak polyamin hidroklorürün kullanımı
- c. İlk iki koşulun birlikte uygulanması [85].

Maminski ve arkadaşları (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir [86]. Başka bir çalışmada ise üre formaldehit tutkalına melamin ilavesiyle formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir [87]. Abdullah ve Park (2009) tarafından yapılan bir araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid, ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı tespit edilmiştir [88].

1.3.3.1.2. Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir.

Resorsin formaldehit düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3.5–4.5 pH'lık bir ortamda yavaş, fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır.

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındıkkabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Saf olarak çok nadir, sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilmektedir.

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur [89].

1.3.3.1.3. Fenol Formaldehit

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde olunmaktadır. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır [90].

Formaldehit/fenol < 1 (1: 1.6 – 1: 2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Novalağa sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır. Formaldehit/fenol > 1 (1.5–2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir [91].

Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve pH değeri değişmemelidir. Üre tutkallarına göre daha yavaş sertleşmekte ve daha yüksek pres sıcaklığına ihtiyaç duymaktadırlar. Katalizörler presleme süresini kısaltır. Güçlü ve suya karşı dayanıklı yapışmalar sağlamaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ağacın rengini koyulaştırır, çok derine nüfuz eder ve kokusu uzun süre çıkmaz. Bu nedenle, tutkallama yapılan hacimde çok iyi havalandırma yapılmalı, eller sabunla yıkanmalı, koruyucu elbiseler giyilmeli ve fenol reçinesi teneffüs edilmemelidir.

Fenol formaldehit özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi ile empenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına dayanan "İmpreg" çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 60-70'dir. Normal ağaç malzemeye göre su iticiliği, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ile empenye edilen kaplama levhalarının

sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla "Compreg" adı verilen malzeme üretilmektedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 80-85 civarındadır. Biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasal maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan daha yüksektir. Bu özelliklere sahip olmasından dolayı kalıp, cıvata ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır [92].

Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının arttırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir [93].

1.3.3.1.4. İzosiyanat

Amino ve fenoplastik tutkallarda yapışma spesifik adhezyonla sağlanır. Halbuki di izosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol formaldehit ile eşdeğer, yapışma direnci ise daha yüksektir. Alüminyum ve çelik malzemeye yapışması nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur. Yapılan bir araştırmada; etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur [94] .

1.3.3.1.5. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90–140 °C sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000 °C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000 °C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamid'e dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamid meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında % 100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5–6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede

çözültülebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajları vardır [95,96]:

- a. Suya karşı daha dirençlidir,
- b. Isı stabilitesi daha yüksektir,
- c. Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilirler.

Fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlara rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. En önemli kullanım alanı üre formaldehid tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. Üre formaldehit tutkalı ile % 25–75 oranında karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilmektedir.

Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalına göre suya karşı daha dayanıklıdır. Melamin üre formaldehit tutkalı Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir [97].

Yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir [98]:

1. Reaktöre sırasıyla önce melamin sonra üre ve ikinci üre ilave edilmektedir (MÜÜ).
2. Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir (ÜÜM).
3. Reaktörde önce üre ve formaldehit reaksiyonu bunu takiben melamin ve daha sonra ikinci üre ilavesi gerçekleşmektedir (ÜMÜ).

Toplam formülasyon içinde düşük oranlarda melamin varsa ÜMÜ ve MÜÜ şeklinde üretilenler arasında performans bakımından belirgin bir fark yoktur. fakat melamin oranı % 50 kadar ise ÜMÜ formülasyonunun performansı MÜÜ formülasyonundan daha iyidir. Daha yüksek melamin oranlarında (% 60) MÜÜ formülasyonu ÜMÜ formülasyonundan daha iyi performansa sahiptir.

Kontrplak ve yongalevha üretimi için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kâğıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kağıt emprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin kağıt tabakasına penetrasyonu için viskozitesi daha düşük, katı madde oranı ise daha yüksektir. Buna karşılık kontrplak ve yongalevha üretiminde kullanılan melamin formaldehit reçineleri odun tabakasına daha düşük oranda penetrasyonunu sağlamak için genellikle daha viskozdur. Aksi halde yapıştırıcının bir kısmı odun içine penetre olarak yapışmaya katkı sağlamaz. Kağıt tabakalarının emprenyesinde istenen kağıda iyi bir penetrasyon ve hızlı sertleşme gibi karakteristikleri melamin formaldehit tutkalının hazırlanması sırasında bazı yöntemlerle sağlanabilir. Üretim sırasında metilol grupları oranının artırılması veya kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kâğıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilir [99].

1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar

Teorik olarak termoplastik tutkallar yongalevha üretiminde yalnız veya içerisine üre formaldehit ya da fenol formaldehit ilave edilerek kullanılabilir. Fakat bunlarla yapıştırılmış levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca deforme olurlar. Bu nedenle yongalevha üretiminde bunların herhangi bir önemi yoktur [3].

Termoplastik tutkalla ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen, soğutulduklarında ise sertleşen tutkallardır. Bu tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması ve odunu lekeleme kusurunun olmaması gibi avantajlı özellikleri yanında, 70°C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özelliği de vardır.

Polivinil asetat tutkalı (PVA); su, kömür, kireç ve sirke asitinden üretilir. Kok kömürü ile sönmüş kireç elektrik fırınlarında kızdırılarak karpit haline dönüştürülür. Karpite su etki ettirilerek asetilen gazı elde edilir. Asetilen ile sirke asidi, vinil esteri meydana getirirler. Vinil ester moleküllerine monomer adı verilir. Bu küçük moleküller, istenilen molekül ağırlığı basamağına erişilinceye kadar birbirlerine bağlanabilirler. Binlerce monomer birleşerek polimerleri oluştururlar. Bu kimyasal olaya polimerleşme denilir. Polimerleşme, aynı veya benzer moleküllerden birçoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül vermek üzere birleşmeleridir. Vinil ester, açıklanan yöntemle polimerleştirilerek polivinil asetat (PVA) elde edilir. Polimerleşme olayı

yönlendirilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı maddesi olarak sertleştirici, yumuşatıcı, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır [100]. Levha endüstrisinde kullanılmamaktadır.

Kowaluk ve Fuczek (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, polivinil asetat tutkalı ile yongalevha üretiminde yüksek viskoziteden dolayı uygulama zorluğu olmuş, eğilme direnci ve iç yapışma direnci ise üre formaldehit ile üretilen levhalara göre düşük çıkmıştır [101].

1.3.3.3. Anorganik Tutkallar

Anorganik tutkallar; çimento, mağnezit ve alçı olup çoğunlukla inşaat sektöründeyalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir. Erakhrumen ve arkadaşlarına göre; yongalevhada yapıstırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda hindistan cevizi lifi ve karayip çamı talaşı katılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygun çıkmıştır [102].

Papadopulos (2008) tarafından yapılan çalışmalarda, akçaağaç (*Acer platanaoides L.*) ve gürgen (*Carpinus betulus L.*) ağaçlarından elde edilen yongalar ve çimento ile üretilen yongalevhaların standartlara uygun olduğu görülmüştür [103–104]. Diğer bir araştırmada ise böcek tasallutu sonucu kuruyan ağaçlardan elde edilen yongalar ve çimento ile üretilen levhalardan olumlu sonuçlar alınmıştır [105].

Latorraca ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan çalışmada, okaliptus (*Eucalyptus urophylla*) ağacından elde edilen yongalar ve portland çimentosu kullanılarak üretilen yongalevhaların döşeme paneli olarak kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan testler sonucunda üretilen levhaların iyi boyutsal stabilite ve mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiş ayrıca, yüksek bağıl nem şartlarında kullanıma uygun olduğu saptanmıştır [106].

Olorunnisola (2009) tarafından yapılan çalışmada, hindistan cevizi kabuğu ve çimento kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikler bakımından standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir [107].

1.3.3.4. Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, sıcakta sertleşen kan albümini, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, tanen, sülfat atık suyu ve soya fasulyesi gibi bitkisel yapıştırıcılar yer almaktadır [3].

Yongalevha endüstrisinde doğal tutkalların kullanımı oldukça düşüktür. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayi dalında kullanılabilmesi saptanmıştır [108, 109].

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen difenildüzosiyanat ile birlikte yongalevha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır [110].

Bir araştırmada, soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türleri ile üretilen yongalevhalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir [111]. Soya tutkalı ve pirinç kabuğu kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, üretilen levhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri karşıladığı ayrıca formaldehit emisyonu olmayan, iç kullanıma uygun levhaların üretilebileceği belirlenmiştir [112].

Kan albümini, kan serumu içinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu tutkalın hammadde kaynağı mezbahalardır. Açık, esmer ve siyah renkte olmak üzere üç çeşit kan albümini vardır. Bunlardan açık ve esmer renkte olanı gıda, deri ve kağıt endüstrisinde, siyah renkte olanı ise kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir.

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kazein tutkalına küf ve mikroorganizmalar meydana getirdiği bozulmayı önlemek için % 3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır.

Tanen; odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava şartlarında kullanılacak yongalevha üretimine uygun olmaktadır. Sülfat atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfat atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında

yongalevhelerde suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yapıştırıcı madde olarak yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. Kabuk tanenlerinin yongalevha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir [113, 114].

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır [3].

1.3.4.Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde; sentetik reçinelere ilave edilerek kullanılan katkı maddeleri; sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, yanmayı geciktirme, preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler.

1.3.4.1. Hidrofobik Maddeler

Yongalevhanın su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez [3].

Yongalevhelerde tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3–0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5–1 oranında parafin kullanılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, proponik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır [115]. Hundhauzen ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, yongalevha üretiminde alkil keten dimer su itici madde olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Fakat alkil keten dimerin, parafin kadar su itici özellik göstermediği tespit edilmiştir [116]. Yusuf (1996), odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yongalevhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir [117].

Unchi (1996)' e göre ise odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki meydana getirmektedir [118].

1.3.4.2. Sertleştirici Maddeler

Üretimde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenmeye kadar sertleşmemeli, fakat preste hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir [3]. Yongalevha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir.

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılır.

Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135–155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleştirici kullanılarak sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi, sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılabilir.

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Böcek, mantar ve diğer biyotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Rutubet %18'den fazla ise mantarların derhal yongalevhaya arız olduklarını araştırmalar göstermiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır. Fenol formaldehit ile üretilen yongalevhalar için, özgül ağırlık arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12'den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artar. Aminoplastik tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassastır [3].

Yongalevhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır [119].

Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler tercih edilmektedir. Yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir [120]. Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

1. Yongalevhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
2. Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
3. Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
4. Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
5. Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır.

1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği

Odunlar, çürümeleri önlemek için 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutulmalıdır. Depolarda, yangına karşı gereken önlemler alınmalıdır. Depo zemininin temiz ve bakımlı olması gerekmektedir.

Yongaların hazırlanmasında ilk işlem kabuk soymadır. Bu işlem, elle veya makine ile yapılır. Özellikle dış tabakalarda kullanılacak yongalar için kabuk soyma zorunludur. Levhaların, dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel yapıdadırlar. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek sureti ile elde edilmektedir. Bunlara, kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve az meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir. Levha için uygun yonganın üretilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde üretime uygun hale getirilirler. Bu

yongalar genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. İkincisinde, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Bu yongalar, ince yongalama makinelerinde isteğe bağlı olarak küçültülebilirler.

Kaba yongalama makineleri, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yongalanmasında kullanılmaktadır. Bu makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişmektedir. Bu maksatla, silindir veya diskli kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° 'lik açı yapacak şekilde kesilirler.

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur. Normal yongalama için, silindirik ve diskli yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için kalınlığının homojen, yonganın her iki yüzünün birbirine paralel ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0.3-0.5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden bir çok faktör vardır. Bunlar kullanılan hammadde, uygulanan teknoloji ve makinelerin durumu ile ilgilidir.

Yongalevha üretiminde, levhanın presten çıktıktan sonraki rutubetine bağlı olarak, yongaların % 3 - % 6 rutubete kadar kurutulması gerekir. Kurutma makinelerine sevk edilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35 - % 120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği bakımından, orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması gerekmektedir. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına, özgül ağırlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Bunlara ek olarak makinesinin tipi ve çalışma sisteminin de kurutma üzerine büyük etkisi vardır. Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Yonga kalınlığının artmasına bağlı olarak kuruma süresi uzamakta, yapraklı ağaç yongaları, iğne yapraklı ağaç yongalarına oranla daha uzun kurutma süresine ihtiyaç duymaktadır. Değişik tipte kurutma makineleri olmakla birlikte, bunlar arasında döner silindirik kurutucular, boru demetli kurutucular, kontak kurutucular ve çok bantlı kurutucular önemli bir yer tutmaktadır. Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğal gaz, propan, fuel-oil ve zımpara tozu kullanılmaktadır. Yongaların kurutulma süresi çok kısa olduğu için, kurutucu içinden çok çabuk geçirilmelidirler. Rutubet miktarı bakımından kurutulacak hammaddeler arasında büyük farklılıklar varsa, bunlardan elde edilen yongalar ayrı kurutulmalıdır [121].

Yongalama makinesinde, heterojen boyutlarda yonga üretimi önlenememektedir. Yongalar kurutulduktan sonra, toz ve küçük parçacıkların uzaklaştırılması gerekir. Eğer bu

materyaller ayrılmazsa, liflerin kısa ve zayıf olmasından dolayı levhanın direnci düşecektir. Çok kaba yongalarında tekrar ufalanmak üzere ayrılması gerekir. Kaba yongaların dış tabakalarda kullanılması yüzey düzgünlüğünü azaltır, orta tabakada kullanılması durumunda ise porozite artacağından daha sonra yapılacak olan kenar kaplama işlemini olumsuz yönde etkileyecektir. Bunun için iki sistem mevcuttur:

a. Yongaların içinde bulunan çok kaba ve çok ince kısımların uzaklaştırılması

b. Yongaların, boyutlarına göre arzu edildiği kadar gruplara ayrılması

Toz ve çok kaba yongalar ayrıldıktan sonra geriye kalan kullanılabilir yongalar tekrar ince ve kalın yongalar olmak üzere ikiye ayrılırlar. İnce yongalar levhanın yüzey tabakalarında, kalın yongalar ise orta tabakada kullanılmaktadır. Çok kaba yongalar ufalanmak üzere tekrar değirmenlere gönderilirken, toz ve ince parçalar yakılmak suretiyle değerlendirilmektedir.

Yongalevha fabrikalarında; yaş, kuru ve tutkallanmış yongaların depolanması gerekmektedir, bu amaçla silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon silolan olmak üzere üçe ayrılmaktadır.

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmaması gerekmektedir. Bu sebeple, transport seçiminde yongaların ağırlık, rutubet ve hacim gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir.

Yongalevha üretiminde, m²'ye 2 gr kuru tutkal kullanılması öngörülmektedir. Tutkallama için hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü, tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken, üretici firmanın önerilerine dikkate alınmalıdır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Normal olarak yüzey tabakalarında daha fazla tutkal uygulanır. Çünkü, yüzey tabakalarında kullanılan yongalar incedir ve bundan dolayı spesifik yüzey alanları daha fazladır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması, ve böylece bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması levhanın direnç özelliklerini iyileştirilmesi bakımından şarttır. Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla % 4-12 arasında değişir. Orta ve yüzey tabakalarında kullanılan tutkalın reçetesi farklılık göstermektedir. Orta tabakanın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edilirken, yüzey tabakalarından

sıcak prese varmadan önce ön sertleşme olmaması için daha az miktarda sertleştirici katılmalıdır. Yüzey tabakalarındaki rutubet miktarının orta tabakadan yüksek olması için, yüzey tabakalarında kullanılacak tutkala daha fazla su ilave edilebilir. Bu şekilde, daha önce % 2-5 rutubete kadar kurutulmuş olan yüzey tabaka yongalarının rutubeti % 17-18'e, orta tabaka yongalarının rutubeti ise yaklaşık % 10-12'ye yükselmektedir.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır. Homojenleştirme depolarından tutkallı yongalar lastik bant ve tırmıklı taşıyıcılar vasıtası ile serme makinelerinin ilgili silosuna taşınmaktadır.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Yongaların uygun bir şekilde serilmemesi sonucu meydana gelen özgül ağırlıktaki değişiklikler, mekanik özelliklerin değişmesinden çok, levhada eğilmeler ve çarpılmalar meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yongaların serilmesinden amaç, mümkün olduğu kadar üniform bir taslak elde etmektir. Yani, levha alanının bir tarafından öbür tarafına kadar üniform ağırlıkta taslak elde edilmesidir. Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sistemi olarak bilinmektedir. Üç tabakalı yongalevha üretimi için en az üç adet serme başlığına gerek vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabakaları, diğeri ise orta tabakanın serilmesinde kullanılmaktadır. Rüzgarlama sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına olacak şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saclarının üzerine düşerler. Taslağın diğeri yanının oluşması için birincisine aksi yönde hava püskürtülür. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademesiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı tutkallandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır. Savurma sistemi BehrHimmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison sisteminden tek farkı hava akımı yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması ve savrulmasıdır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğeri yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine

kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir.

Yongalevha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişmektedir. Okal tipi yongalevha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır. Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda açıklanmıştır:

1. Orta ve yüzey tabakaları birbiri ile daha iyi kenetlenir.
2. İnce yongaların sarsıntı sonucu taslak tabanına kayması önlenir.
3. Sıcak preslerde pres plakalarının açılma yükseklikleri daraltılmış ve ısı kaybı ile pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur.
4. Serme sırasında meyilli yer alan yongalar soğuk presleme sonucu kısmen düz duruma getirilir.

Yongalevha taslağı, levha özelliğini sıcak preslerde kazanır. Tesisin kapasitesi sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisi ile yongalar plastikleşir stabil ve istenilen kalınlıkta bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yongalevha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır. Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere ikiye ayrılır. Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişmektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına bağlı olarak 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya sebep olmaktadır.

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı veya soğutma yıldızları kullanılarak soğutulurlar. Üre formaldehit ile üretilen levhalar aralarına lata konularak, fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar ise latasız üst üste istif edilmektedir. Soğutulan levhaların dört yanı birbirine dik olarak kesilip belli genişlik ve uzunlukta yongalevhalar elde edilir. Daha sonra, zımparalama makineleri kullanılarak yongalevha yüzeylerindeki kalınlık hataları giderilerek mobilya üretiminde üst yüzey işlemlerinden önce düzgün ve en

az pürüzlü yüzeyler elde edilir. Bu amaçla genellikle 2-4 silindirli zımparalama makinaları kullanılmaktadır. Zımparalama makinalarında kalınlık ayarı yapıldıktan sonra, levha bir geçişle her iki yüzü zımpıralanmış olarak çıkar. Zımpıralamadan sonra levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olmalıdır.

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; hammadde ağaç türü, parafin kullanım miktarı ve uygulama şeklinin yongalevhanın fiziksel ve mekanik ve özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Bu amaçla, Starwood Orman Ürünleri Anonim Şirketi'ne ait yongalevha fabrikasında 18 mm kalınlıkta ve 280x210 cm boyutlarında yongalevhalar üretilmiştir. Her levha grubundan alınan ikişer adet levha üzerinde standartlara uygun denemeler gerçekleştirilmiştir.

Fabrikada üretilen levhalar hava sızdırmayacak şekilde paketlenen ve sonra KTÜ Orman Fakültesi laboratuvarına nakledilmiştir. Denemelerin yapılacağı standart boyutlardaki örneklerin seçiminde tesadüf metodu uygulanmıştır. Standartlarda verilen boyutlarda hazırlanan örnekler numaralandırılmış, 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir.

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde; Kızılcıam (*Pinus brutia Ten.*), Kanada kavağı (*Populus canadensis moench*), Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) ve Türkiye meşesi (*Quercus cerris L. var. cerris*) odunlarından elde edilen yongalardan çeşitli oranlarda kullanılmıştır.

2.1.2. Hidrofobik Madde

Levhaların kalınlık artışını azaltmak için katı madde oranı % 32 olan beyaz renkli parafin emülsiyonu kullanılmıştır.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde dış tabakada katı tutkal miktarına oranla amonyum sülfatın % 10'luk çözeltisi % 0.85 oranında, orta tabakada ise amonyum sülfatın % 25'lik çözeltisi % 2.5 oranında kullanılmıştır.

2.1.4. Tutkal

Yongaların tutkalanmasında, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabaka için %11, orta tabaka için ise % 9 oranında katı madde oranı % 65 olan E1 tipi üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yüzeye dik çekme direnci örneklerini kalınlık takozlarına yapıştırılmasında beyaz renkli polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır.

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

Kaba yongalama makinesi özelliklerine uygun olarak çaplan 40 cm' den küçük yuvarlak odunlar yongalamaya alınmıştır. Kaba yongalar ince yongalama işlemi için Pallman değirmenlerine taşınmıştır.

Yongaların arasında bulunabilecek metal parçacıklar, taş ve kum gibi yabancı maddeler ince yongalama makinesi girişinde bulunan mıknatıs yardımıyla uzaklaştırılmıştır. Kaba yongalar Pallman değirmenlerinde 0.65 mm kalınlığa kadar inceltirilmiştir. Yongalar, istenilen kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek makinenin altındaki zincirli taşıyıcı ile kurutma silosuna taşınmıştır. Yongalar kurutucu giriş sıcaklığı 300 °C ve çıkış sıcaklığı 125 °C olan döner tamburlu kurutucuda % 1 rutubete kadar kurutulmuşlardır.

Yongaların tasnif edilmesi için iki sistem kullanılmıştır. Öncelikle yongalar sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 1 mm²' den büyük boyutlu yongalar pnömatik sisteme, boyutlan 1-0.25 mm² arasında olan yongalar dış tabaka yonga silosuna, 0.25 mm²'den küçük olanlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere yakma tozu silosuna gönderilmiştir. Daha sonra pnömatik sisteme gelen yongalar yüzey ağırlığı esasına göre tasnif edilmişlerdir.

Levha taslağı 15 kg/cm² basınç altında soğuk presleme işlemine tabi tutulmuştur. Sıcak preslemede, levha taslağı 225 °C sıcaklık ve 25 kg/cm² basınç altında 120 sn süreyle preslenmiştir. Yongalevhalarda hedeflenen özgül ağırlık 0.650 g/cm³ ve dış / orta tabaka yonga kullanım oranı % 34 / 66 'dır.

Presten çıkan levhalar yıldız soğutucuya taşınmıştır. Bu kısma yerleştirilen levhalar bir tur attıktan sonra ebatlamaya gönderilmiştir. Burada daire testere makineleri yardımıyla istenilen boyutlara ayrılmışlardır. Ebatlama ünitesinden çıkan yonga levhalar forkliftlerle zımpara makinesine taşınmıştır. Deneme levhalarının zımparalanmasında 50, 60, 80, 100 ve 120 nolu zımparalar kullanılmıştır. Her deneme levhasından ikişer adet olmak üzere toplam 24 adet levha üretilmiştir. Üretimi gerçekleştiren deneme levhası tipleri Tablo I' de verilmiştir.

2.3. Araştırma Yöntemleri

Hammadde odunun anatomik, kimyasal özellikleri ile deneme levhalarının teknolojik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

2.3.1. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Kibrit çöpü büyüklüğünde inceltile odun ve ibre örnekleri hava kurusu hale getirildikten sonra kimyasal analizlerde kullanılacak yeterli miktarı laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülerek 40 mesh (425 µ) ve 60 mesh (250 µ)' lik sarsıntılı eleklerde elenmiştir. 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan kısım alınarak ağzı kapaklı cam kavanozlara konulmuştur. Hazırlanan odun örneklerinin rutubet miktarları belirlenmiştir [122].

2.3.1.1. pH

Her test grubuna ait yaklaşık 5 gram örnek, rutubetleri belirlendikten sonra, içinde 150 ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiş ve bir shaker ile çalkalanmıştır. Bu süre sonunda elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümleri gerçekleştirilmiştir [123].

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Parafin Kullanım Oranı *		Parafin Uygulama Şekli	Hammadde Karışım Oranı
	Dış Tabaka (%)	Orta Tabaka (%)		
1	2	3	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
2	3	4	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
3	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
4	5	6	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
5	6	7	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
6	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Kayın + %5 Çam + %5 Kavak + % 5 Meşe
7	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Kavak + %5 Çam + %5 Kayın + % 5 Meşe
8	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Meşe + %5 Çam + %5 Kavak + % 5 Kayın
9	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	Dış Tab: %85Çam+%15Kavak Ort. Tab: %85Çam+%15Kayın
10**	4	5	Önce Parafin-Sonra Tutkal	% 85 Meşe + %5 Çam + %5 Kavak + % 5 Kayın
11	4	5	Önce Tutkal-Sonra Parafin	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe
12	4	5	Karışık	% 85 Çam + %5 Kayın + %5 Kavak + % 5 Meşe

*= katı tutkal miktarına oranla kullanılmıştır.

**= sertleştirici kullanılmıştır.

2.3.1.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Alkol-benzende çözünen madde miktarları, TAPPI T 204 cm-97 standardına göre, 1/2 oranında alkol benzen karışımı (33 hacim %95 C₂H₅OH, 67 hacim benzen) ile odun örneği 4 saat ekstrakte edilerek belirlenmiştir. Örnekten çözünen kısım, tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır [124].

2.3.1.3. % 1'lik NaOH' ta Çözünürlük

Bu yöntem ile malzemenin sıcak seyreltik alkaliye karşı dayanıklılığını belirler. TAPPI T 212 om-98 standardına göre; 0,1 mg hassaslıkta 2 gram örnek tartılarak 200 ml'lik erlen içerisine konularak içerisine % 1'lik NaOH çözeltisinden 100 ml ilave edilmiştir. Erlenin ağzı daha küçük bir erlenle kapatılarak 1 saat süreyle su banyosunda bırakılmıştır. Erlenin su banyosuna yerleştirilmesinden sonra 10., 15. ve 25. dakikalarda üç defa karıştırılmış; bu süre sonunda erlendeki kalıntı darası alınmış kroze üzerinde emme yapılarak süzümüştür. %10'luk 50 ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra 103 ± 2 °C' de kurutulmuş ve desikatörde soğutularak tartılmıştır. Sonuç; tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak belirlenmiştir [125].

2.3.1.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak suda çözünürlük TAPPI T 207 om-88 standart yöntemine göre belirlenmiştir. Bu yönteme göre daha önceden rutubeti belirlenmiş 2g hava kurusu örnek 200 ml'lik bir erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer bir soğutucu altında 3 saat süreyle kaynayan su banyosunda tutulmuş, bu sürenin sonunda bir krozeden süzülüp sıcak su ile yıkanarak 103 ± 2 °C' de kurutulmuş ardından desikatörde soğutularak tartılmıştır [126].

2.3.1.5. Soğuk Su Çözünürlüğü

TAPPI T207 om-88 standardına uygun olarak 23 ± 2 °C' de 300 ml destile su içerisine konulan 2 g hava kurusu örnek 48 saat süreyle zaman zaman karıştırılarak bekletilmiş; bu sürenin sonunda numune, darası alınmış krozeden süzülerek destile su ile yıkanmıştır. Örnekler daha sonra 103 ± 2 °C' de değişmez ağırlığa kadar kurutularak tartılmıştır [126]. Soğuk suda çözünen miktar tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmıştır.

2.3.1.6. Holoselüloz Tayini

Holoselüloz oranının belirlenmesinde Wise ve arkadaşları tarafından geliştirilen klorit yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemin tercih edilmesinin sebebi ise kolay uygulanmasının yanında klorlama ve ClO_2 yöntemine göre ligninle birlikte daha az oranda karbonhidrat uzaklaştırılmasıdır. Klorit yönteminin uygulanması ile birlikte %2–4 oranında lignin karbonhidrat bünyesinde kalmaktadır. Karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tamamını uzaklaştırma mümkün olamayacağı için mevcut yöntemler arasında holoselülozu tam olarak belirleyebilen bir yöntem bulunmamaktadır [127].

Bu çalışma sırasında holoselüloz miktarı belirlenecek alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış 5 g hava kurusu örnek, 160 ml. saf su, 1.5 g NaClO_2 ve 10 damla (0.5 ml) buzlu asetik asitle birlikte 250 ml' lik erlenmayere konulup bir saat süreyle 78–80 °C'deki su banyosunda tutulmuştur. Örnek konulan erlenmayerin ağzı ters çevrilmiş daha küçük bir erlenmayerle kapatılmış ve reaksiyon süresince arada bir erlen karıştırılmıştır. Her bir saatte yeniden 1.5 g NaClO_2 ve 10 damla (0.5 ml) buzlu asetik asit ilave edilmiştir. Asetik asit ortamın pH'sını 4 dolayında tutup ClO_2 lignini oksitleyerek klorolignin halinde çözerek karbonhidratlardan ayırmaktadır [128].

2.3.1.7. Selüloz Tayini

Kullanılan selüloz tayini yöntemleri delignifikasyon işlemi temel almakta olup, uygulanan işlemler sayesinde delignifiye lignin ve hemiselülozlar uzaklaştırılmaktadır. Bu çalışma sırasında Kurschner-Hoffner tarafından geliştirilen nitrik asit yöntemi kullanılmıştır. Nitrik asit yöntemine göre selüloz tayininde alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış yaklaşık 2 g örnek tartılarak bir cam balona konulmuştur. Üzerine 10 ml. 40 Be⁰ HNO_3 ile 40 ml. %96'lık etil alkol karışımı ilave edilmiş ve bir soğutucu altında bir saat süreyle kaynatılmıştır. Bir saatlik kaynatma işleminden sonra kroze yardımıyla cam balon içerisindeki kimyasal madde karışımı süzülerek alınmış ve tekrar üzerine 10 ml. HNO_3 ile 40 ml. etil alkolden oluşan 50 ml.'lik yeni karışım kroze üzerinde kalan örneklerde yıkayarak tekrar cam balona konulmuştur. Yeniden bir saat süreyle kaynatılmış olup işlem üç defa tekrarlanmıştır. Krozeden süzülüp, yıkama işleminden sonra 103±2 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutularak tartılmış, elde edilen sonuç tam kuru oduna oranla yüzde olarak hesaplanmıştır [129].

2.3.1.8. Alfa Selüloz Tayini

Bu çalışmada %17.5'lük NaOH (20 °C) e dayanan alkali yöntemi kullanılmıştır [130]. Bu yönteme göre 2 g olarak tartılan holoselüloz örneği bir behere yerleştirildikten sonra işlemde kullanılacak çözeltiler ile sıcaklığı daha önceden 20 °C'ye ayarlanmış bir su banyosuna yerleştirilmiştir. Böylelikle beherin ve çözeltilerin sıcaklıklarının 20 °C'ye gelmesi sağlanmıştır. Daha sonra %17.5'lük NaOH çözeltisinden 10 ml behere ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. Bu işlemden 3 dakika sonra beherdeki örnekler bir cam baget yardımıyla iyice bastırılmış, 2 dakika sonra yani başlangıçtan 5 dakika sonra %17.5'lük NaOH çözeltisinden 5 ml ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. Bu işlem 5 dakika arayla üç kez tekrarlandıktan sonra 33 ml saf su ilave edilerek alkali konsantrasyonu %8.3'e indirilmiş ve 60 dakika bekletilmiştir. Bu sürenin sonunda orta geçirgenlikteki bir krozeden süzülerek %8.3'lük NaOH ve 50 ml asetik asitle yıkanmıştır. Bu işlemden sonra 103 ± 2 °C'de kurutularak tartılmış, tam kuru oduna oranlanarak alfa selüloz miktarı elde edilmiştir [126].

2.3.1.9. Lignin Tayini

Bu çalışmada Klason tarafından geliştirilen %72'lik sülfürik asitle muameleye dayanan yöntem kullanılmıştır. Bu yönteme göre, önceden alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu odun örneklerinden 1'er gram alınarak bir behere aktarılmış ve yavaşça %72'lik 15 ml H₂SO₄ ilave edilmiş, zaman zaman karıştırılarak 18-20° C sıcaklıkta 2 saat bekletilmiştir. Bu süre sonunda beherdeki materyal yıkanarak 1 litrelik erlenmeye aktarılmıştır. Asit konsantrasyonu %3'e düşene kadar destile su ile seyredilmiştir. Burada seyreltme işlemi, erlendeki sıvı miktarı 560 ml. olana kadar yapılmıştır. Bu karışım bir soğutucu altında ve yaklaşık sabit hacim koşullarında 4 saat kaynatılmıştır. Çözünmeyen maddeyi çökelttikten sonra ağırlığı 103 ± 2 °C'de belirlenmiş porozitesi az olan yani 4 no'lu krozeden süzölmüş ve serbest asit artıkları 500 ml. sıcak su ile yıkanmıştır. 103 ± 2 °C'de kurutulup bir desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Tartma işlemi, sabit ağırlığa ulaşınca kadar sürdürülmüştür. Bütün yapılan işlemlerde TAPPI T 222 om-88 standart yöntemi uygulanmıştır. Lignin ağırlığı ekstrakte edilmemiş tam kuru odun ağırlığının yüzdesi olarak hesaplanmıştır [130].

2.3.2. Anatomik Çalışmalar

2.3.2.1. Preparatların Hazırlanması, Ölçme ve Sayımlar

Odun elemanlarının özelliklerini incelemek amacıyla iki ayrı yöntem uygulanmıştır. Liflerin ve trahelerin maserasyon yöntemi ile ayrılarak serbest halleriyle incelenmesi, diğeri ise odun içerisindeki tüm elemanların normal biçim ve konumlarında incelenmesidir. Bu ikinci yöntemde odun örneklerinden üç yönde alman kesitlerle preparatlar yapılmıştır. Odun kesitleri materyal toplama yönteminde bahsedilen tekerlek ve parçalardan 1.5x1.5x1.5 cm boyutlu küplerden elde edilmiştir. Çıkarılan küpler yumuşatılmak ve dokulardaki havayı çıkarmak üzere damıtık su içinde suyun dibine çökünceye kadar kaynatıldıktan sonra, 1/1/1 oranında alkol- gliserin- damıtık su karışımı içerisinde kesitler alınıncaya kadar bekletilmiştir. Ayrıca bu karışıma mantarların etkisine karşı küçük bir kristal asit fenik (phenol) ilave edilmiştir. Bu aşamaya getirilmiş küplerden " Reichert" kızaklı mikrotomunda sert odunlar için kullanılan kama şeklindeki II numaralı bıçak ile kesitler alınmıştır. Her örnekten enine (transversal), boyuna ışınsal (radyal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyal) olmak üzere 15-20 mikron kalınlığında üç yönde kesitler alınmıştır. Alman kesitler, 15-20 dakika "Sodyum Hipoklorit'te" saydamlaştırılmış ve bu sürenin sonunda damıtık su ile yıkanmıştır. Bir- iki dakika süre ile asetik asit ile ortam nötrleştirilip damıtık su ile yıkandıktan sonra Safranin 0+alsiyan mavisi ile çift boyama yapılmıştır. Boyama işleminden sonra damıtık su ile iyice yıkanan kesitler sıra ile % 50, % 75, % 95 alkol serilerinden geçirilerek enine (transversal), boyuna ışınsal (radyal) ve boyuna teğetsel (tanjansiyal) kesitler sıra ile gliserin- jelatin içerisinde devamlı preparatlar haline getirilmiştir [131,132].

2.3.2.2. Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi ve Ölçmeler

Liflerin ve trahe hücrelerinin uzunluğu doku içinde iken tespit edilemez. Bu elemanların dokudan ayrılarak serbest hale getirilmesi gerekmektedir. Bunun için çeşitli maserasyon yöntemleri vardır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ve doku elemanlarına en az zarar veren Schultze Yöntemi (Potasyum Klorat- Nitrik Asit) kullanılmıştır [133].

Bu yöntem gereğince odun örneklerinden ilkbahar ve yaz odununu kapsayacak şekilde kibrit çöpü büyüklüğünde parçalar çıkarılmıştır. Bu çıkarılan parçalar "potasyum kloratlı" ortamda "nitrik asit" ile işleme tabi tutulmuştur. Böylece lifleri birbirine bağlayan orta lameller eriyerek hücre bağlantılarının çözülmesi sağlanmıştır. Daha sonra lifler manyetik karıştırıcı ile tamamen serbest hale getirilmiştir. Serbest hale getirilen lifler ve trahe hücreleri süzdürüldükten sonra alkol ile muamele edilip sudan kurtarılmıştır. Bu işlemin ardından gliserin içine alınan lifler ve trahe hücreleri daha sağlıklı ölçüm yapabilmek amacıyla safranin ile boyanmıştır [132–134].

2.3.2.3. Ölçüm ve Sayımların Yapılması

Odun örneklerine ait preparatlar üzerinde; trahe-traheit radyal çapı, trahe teğetsel çapı, $1/2 \text{ mm}^2$ 'de ilkbahar odunu trahe ve traheit sayısı (IO), $1/2 \text{ mm}^2$ 'de yaz odunu trahe ve traheit sayısı (YO), 1 mm^2 'de trahe sayısı, özışını yüksekliği, özışını genişliği, 1 mm 'de özışını sayısı ve 1 mm^2 deki özışını sayısı 25 ölçü alınarak belirlendi. Maserasyonla serbest hale getirilen odun elemanları üzerinde trahe-traheit hücre uzunluğu, libriform lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı 25 ölçü kullanılarak elde edilmiştir. Ölçüm ve sayımlarda Carlquist 25'i, IAWA Committee 25–50 esas alınmıştır.

1 mm^2 'deki trahe-traheit sayısı, 1 mm 'de özışını sayısı ve 1 mm^2 deki özışını sayısı x10, x40 objektif altında "Reichert" projeksiyon mikroskobu (Vizopan Nr. 364363) ile saptanmıştır, 1 mm^2 'deki trahe-traheit sayısı yıllık halka sınırı dikkate alınarak ve alan içinde kalan her trahe-traheit tek tek sayılarak belirlenmiştir [134,135]. Trahe ve traheitlerin radyal ve teğetsel çapları lümen esas alınarak en geniş noktadan x6.3, x16, x40 objektif ile 4897936 nolu "Cari Zeiss" araştırma mikroskobunda ölçülmüştür. Öz ışını yüksekliği ve genişliği "Cari Zeiss" araştırma mikroskobunda x6.3 ve x16 objektifler ile ölçülmüştür. Liflerin uzunluğu x6.3; genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı ise x40 objektif kullanılarak 4897936 no'lu araştırma mikroskobunda ölçülmüştür. Trahe ve traheit hücre uzunlukları, bu hücrelerin uç kısımlarını da içerecek şekilde ölçülmüştür [136, 137].

2.3.3. Fiziksel Özellikler

2.3.3.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [138]. Rutubet miktarının belirlenmesinde eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 50X50 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.3.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır [139]. Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19-21 °C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

e_y = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k =Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.3.3.3. Özgül Ağırlık

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas alınmıştır. Özgül ağırlık deneyi TS EN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır [140]. Özgül ağırlık belirlemede ayrı örnek hazırlanmamış, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek kullanılmıştır. Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise mikrometre ile ± 0.01 duyarlıkla ölçülmüştür. Buna göre özgül ağırlık (5);

$$D = m/ V \text{ g/cm}^3 \quad (3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m = Örnek Ağırlığı (g)

V = Örnek hacmi (cm^3)

2.3.4. Mekanik Özellikler

2.3.4.1. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü EN 310 (1993) standardına uyularak belirlenmiştir [141]. Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen 20 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkta belirlenmiştir. Elastikiyet modülü (E):

$$E = \frac{FxL^3}{4x\Delta exbxd^3} \text{ kg / cm}^2 \quad (4)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

2.3.4.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak yapılmıştır [141]. 400x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1–2 dak. İçerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3xFxL}{2xbxd^2} \text{ kg/ cm}^2 \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L=Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

2.3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [142]. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında

değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi bir gün olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeğe dik çekme direnci;

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{\max}}{A} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (6)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F_{\max} =Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A =Örnek enine kesit alanı (cm^2)

2.3.5. Levha Kalınlığının Belirlenmesi

Kalınlığın belirlenmesinde; eğilme direnci ve elastikiyet modülün denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 50x50 mm boyutlarında 20 adet örnek kullanılmıştır. Klimatize edilen örneklerin kalınlıkları 5 ölçüm noktasından mikrometre ile ± 0.01 duyarlılıkta ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır [140].

2.4. İstatistik Yöntemler

Örnekler üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla ikiden fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans, iki faktör ve ikiden fazla örneklemelemlerle ise çoğul varyans analizleri kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır [143].

3. BULGULAR

3.1. Kimyasal Özellikler

3.1.1. pH

Hammaddelere ait ortalama pH değerleri Tablo 2’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütölmüştür.

Tablo 2. Hammaddelere ait ortalama pH değerleri

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	4.79	0.04	0.84
<i>Populus canadensis moench</i>	5.97	0.02	0.34
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	5.90	0.03	0.51
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	4.01	0.03	0.75

Not: X- Aritmetik Ortalama, S- Standart Sapma, V- Varyasyon Katsayısı (%)

pH değerleri üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 3’te verilmiştir.

Tablo 3. pH değerleri üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	10.55	3	3.52	1636.22	***
Gruplar İçi	0.02	8	0.002		
Toplam	10.57	11			

Hammadde türünün pH değeri üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile

kavak ve kayın odunlarının pH değerleri arasında fark bulunmazken, diğer türler arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Hammadelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 4. Hammadelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	5.18	0.04	0.77
<i>Populus canadensis moench</i>	2.66	0.09	3.38
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	2.03	0.05	2.46
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	3.86	0.15	3,88

Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	17.39	3	5.80	681.113	***
Gruplar içi	0.07	8	0.009		
Toplam	17.46	11			

Hammadde türünün alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.3. % 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama %1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 6. Hammaddelere ait ortalama %1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	16.05	0.09	0.56
<i>Populus canadensis moench</i>	16.27	0.06	0.37
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	12.92	0.06	0.46
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	18.58	0.09	0.48

%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	48.63	3	16.21	2770.96	***
Gruplar içi	0.05	8	0.006		
Toplam	48.68	11			

Hammadde türünün %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 8. Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	5.62	0.04	0.71
<i>Populus canadensis moench</i>	2.33	0.07	3.00
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	3.05	0.06	1.96
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	8.82	0.24	2.72

Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	77.85	3	25.95	1548.58	***
Gruplar içi	0.13	8	0.017		
Toplam	77.98	11			

Hammadde türünün sıcak su çözünürlüğü üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.5. Soğuk Su Çözünürlüğü

Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri Tablo 10’da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 10. Hammaddelere ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	3.59	0.39	10.86
<i>Populus canadensis moench</i>	1.96	0.13	6.63
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	2.07	0.05	2.42
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	7.20	0.07	0.97

Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Soğuk su çözünürlüğü üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	53.84	3	17.95	1972.14	***
Gruplar içi	0.07	8	0.009		
Toplam	53.91	11			

Hammadde türünün soğuk su çözünürlüğü üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.6. Holoselüloz

Hammaddelere ait ortalama holoselüloz miktarları Tablo 12’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 12. Hammaddelere ait ortalama holoselüloz miktarları (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	71.68	0.06	0.008
<i>Populus canadensis moench</i>	78.86	0.10	0.13
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	76.95	0.12	0.16
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	75.82	0.05	0.06

Holoselüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13. Holoselüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	82.97	3	27.65	3687.71	***
Gruplar içi	0.06	8	0.007		
Toplam	83.03	11			

Hammadde türünün holoselüloz miktarı üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.7. Selüloz

Hammaddelere ait ortalama selüloz miktarları Tablo 14’te verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür. Hemiselüloz, holoselüloz ve selüloz oranının farkından hesaplanmıştır.

Tablo 14. Hammaddelere ait ortalama selüloz ve hemiselüloz miktarları (%)

Hammadde	X	S	V	Hemiselüloz Miktarı (x)
<i>Pinus brutia Ten.</i>	52.64	0.06	0.11	19.04
<i>Populus canadensis moench</i>	48.68	0.11	0.23	30.18
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	43.66	0.13	0.29	33.29
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	45.69	0.10	0.21	30.13

Selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 15’te verilmiştir.

Tablo 15. Selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	137.18	3	45.72	4052.72	***
Gruplar içi	0.09	8	0.011		
Toplam	137.27	11			

Hammadde türünün selüloz miktarı üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.8. Alfa Selüloz

Hammadelere ait ortalama alfa selüloz miktarları Tablo 16’da verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 16. Hammadelere ait ortalama alfa selüloz miktarları (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	45.68	0.04	0.08
<i>Populus canadensis moench</i>	39.05	0.09	0.23
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	36.06	0.12	0.33
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	35.97	0.15	0.41

Alfa selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Alfa selüloz miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	186.78	3	62.26	5457.59	***
Gruplar içi	0.09	8	0.01		
Toplam	186.87	11			

Hammadde türünün alfa selüloz miktarı üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile meşe ve kayın arasında fark bulunmazken, diğer türler arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.1.9. Lignin

Hammaddelere ait ortalama lignin miktarları Tablo 18’de verilmiştir. Denemeler n=3 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 18. Hammaddelere ait ortalama lignin miktarları (%)

Hammadde	X	S	V
<i>Pinus brutia Ten.</i>	25.98	0.03	0.11
<i>Populus canadensis moench</i>	19.62	0.08	0.40
<i>Fagus orientalis Lipsky.</i>	22.25	0.14	0.62
<i>Quercus cerris L. var. Cerris</i>	23.48	0.03	0.13

Lignin miktarı üzerine hammadde türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Lignin miktarı üzerine hammadde türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	62.95	3	20.98	3019.49	***
Gruplar içi	0.05	8	0.007		
Toplam	63.01	11			

Hammadde türünün lignin miktarı üzerine etkileri % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre %5 hata payı ile tüm hammadde grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

3.2. Anatomik Özellikler

Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*), Kanada Kavağı (*Populus canadensis moench*), Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky.*) ve Türkiye meşesi (*Quercus cerris L. var. cerris*) odunlarının anatomik özellikleri Tablo 20-23'te verilmiştir.

Tablo 20. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) odununun anatomik özellikleri

Traheit uzunluğu (µm)	4219.23 (5323.34–2715.45)
Traheit genişliği (µm)	39.37 (59.56–21.93)
Traheit lümen genişliği (µm)	28.65 (47.23–11.28)
Tek çeper hücre kalınlığı (µm)	5.59 (10.27–3.84)
İlk. Od. Traheit teğet çapı (µm)	35.48 (42.86–28.59)
İlk. Od. Traheit radyal çapı (µm)	34.38 (45.72–23.40)
Yaz Od. Traheit teğet çapı (µm)	16.57 (26.37–4.61)
Yaz Od. Traheit radyal çapı (µm)	8.59 (16.39–4.24)
Öz ışını yüksekliği (µm)	207.52 (363.48–121.38)
Öz ışını genişliği (µm)	23.37 (30.33–18.29)
1 mm ² 'de traheit sayısı	320.64 / 562.56 (416 / 832–224 / 384)
1 mm ² 'de özışını sayısı	53.76 (96–32)
1 mm ² 'de özışını sayısı	298.88 (384–240)

Tablo 21. Kanada Kavağı (*Populus canadensis moench*) odununun anatomik özellikleri

Trahe hücre uzunluğu (µm)	691.36 (838.46–366.93)
Lif uzunluğu (µm)	1031.22 (1388.59–701.41)
Lif genişliği (µm)	24.68 (33.56–19.39)
Lif lümen genişliği (µm)	18.57 (28.12–11.18)
Lif çeper kalınlığı (µm)	2.86 (3.57–2.87)
Trahe teğet çapı (µm)	53.60 (83.26–38.67)
Trahe radyal çapı (µm)	72.41 (90.72–38.79)
Üniseri Öz ışını yüksekliği (µm)	295.62 (399.73–169.22)
Üniseri Öz ışını genişliği (µm)	14.34 (18.57–12.98)
1 mm ² 'de trahe sayısı	106.68 (123.25–92.56)
1 mm ² 'de özışını sayısı	5 (8–2)
1 mm ² 'de özışını sayısı	19.16 (27–14)

Tablo 22. Doğu kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) odununun anatomik özellikleri

Trahe hücre uzunluğu (µm)	425.67 (563.43–187.63)
Lif uzunluğu (µm)	931.45 (1235.72–701.26)
Lif genişliği (µm)	23.47 (33.83–14.82)
Lif lümen genişliği (µm)	5.62 (7.55–2.45)
Lif çeper kalınlığı (µm)	9.57 (14.28–4.76)
Trahe teğet çapı (µm)	35.60 (57.12–21.42)
Trahe radyal çapı (µm)	46.08 (76.16–16.76)
Mültiseri Öz ışını yüksekliği (µm)	737.07 (1266.08–244.06)
Mültiseri Öz ışını genişliği (µm)	133.62 (213.56–61.01)
1 mm ² de trahe sayısı	88.72 (106–69)
1 mm ² de özışını sayısı	6.24 (8–4)
1 mm ² de özışını sayısı	26.76 (35–21)

Tablo 23. Türkiye meşesi (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) odununun anatomik özellikleri

Trahe uzunluğu (µm)	399.96 (551.46–290.88)
Lif uzunluğu (µm)	1112.93 (1876.24–640.66)
Lif genişliği (µm)	23.04 (33.32–11.90)
Lif lümen genişliği (µm)	6.38 (9.52–4.76)
Lif çeper kalınlığı (µm)	8.33 (13.09–3.57)
İlk. Od. Trahe teğet çapı (µm)	191.74 (254.52 –84.84)
İlk. Od. Trahe radyal çapı (µm)	221.55 (315.12–109.08)
Yaz Od. Trahe teğet çapı (µm)	28.46(42.84–19.04)
Yaz Od. Trahe radyal çapı (µm)	28.27 (40.46–21.42)
Mültiseri Öz ışını yüksekliği (µm)	6543.97 (6910.06–6101.60)
Mültiseri Öz ışını genişliği (µm)	432.19 (442.66–411.86)
1 mm ² de trahe sayısı	3.48/69.44 (8/127–2/29)
1 mm ² de özışını sayısı	7.96 (11–4)
1 mm ² de özışını sayısı	49.92 (79–31)

3.3. Fiziksel Özellikler

3.3.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 24’te verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 24. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	X	S	V
1	9.79	0.18	1.83
2	9.78	0.22	2.24
3	9.83	0.16	1.62
4	9.82	0.16	1.62
5	9.80	0.18	1.83
6	9.71	0.25	2.57
7	9.80	0.15	1.53
8	9.75	0.24	2.46
9	9.78	0.23	2.35
10	9.75	0.21	2.15
11	9.72	0.22	2.26
12	9.75	0.21	2.15

3.3.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık artışı oranları Tablo25’te verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 25. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
1	2	18.51	0.53	2.86
	24	22.96	0.45	1.96
2	2	14.38	0.74	5.14
	24	19.90	0.41	2.06
3	2	9.90	0.54	5.45
	24	14.21	0.47	3.31
4	2	8.07	0.49	6.07
	24	12.21	0.39	3.19
5	2	5.06	0.41	8.10
	24	10.23	0.42	4.10
6	2	13.42	0.93	6.92
	24	19.52	1.37	7.01
7	2	11.04	1.16	10.50
	24	16.97	1.18	6.95
8	2	25.13	1.42	5.65
	24	32.51	1.45	4.46
9	2	7.25	0.69	9.52
	24	12.11	0.38	3.14
10	2	12.47	0.86	6.89
	24	18.55	0.42	2.26
11	2	14.28	0.63	4.41
	24	18.05	0.82	4.54
12	2	12.01	0.45	3.74
	24	15.57	0.51	3.28

Kalınlık artışı oranı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizinin sonuçları Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26. Kalınlık artışı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Ağaç Türü	62129.60	5	1793.56	1843.18	***
B-Suda Bekletme Süresi	8967.84	1	2000.51	2055.86	***
Int. AxB	57.90	5	11.58	11.90	***

Kalınlık artışı üzerine ağaç türü, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Kalınlık artışı üzerine ağaç türü ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Kızılcım	12.05 a
Kayın	16.47 b
Kavak	14.00 c
Meşe	28.82 d
Karışık	9.68 e
Sertleştiricisiz Meşe	15.51 f
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	11.36 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	18.97 b

Kalınlık artışı oranı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizinin sonuçları Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Parafin Kullanım Miktarı	4535.59	4	1133.90	4636.36	***
B-Suda Bekletme Süresi	1114.29	1	1114.29	4556.21	***
Int. AxB	14.42	4	11.58	14.74	***

Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı, suda bekletme süresi ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Parafin Kullanım Miktarı: % 2-3	20.73 a
Parafin Kullanım Miktarı: % 3-4	17.14 b
Parafin Kullanım Miktarı: % 4-5	12.05 c
Parafin Kullanım Miktarı: % 5-6	10.14 d
Parafin Kullanım Miktarı: % 6-7	7.64 e
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	11.18 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	15.90 b

Kalınlık artışı oranı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkilerini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizinin sonuçları Tablo 30'da verilmiştir.

Tablo 30. Kalınlık artışı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkilerine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Parafin Uygulama Şekli	340.59	2	170.29	497.14	***
B-Suda Bekletme Süresi	451.39	1	451.39	1317.75	***
Int. AxB	2.97	2	1.48	4.33	*

Kalınlık artışı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkileri % 0.1 ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri % 5 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Kalınlık artışı üzerine parafin kullanım miktarı ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 31'de verilmiştir.

Tablo 31. Kalınlık artışı üzerine parafin uygulama şekli ve suda bekletme süresinin etkilerine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı Oranı (%)
Önce Parafin Sonra Tutkal	12.05 a
Önce Tutkal Sonra Parafin	16.16 b
Karışık	13.79 c
Suda Bekletme Süresi: 2 saat	12.06 a
Suda Bekletme Süresi: 24 saat	15.94 b

3.3.3. Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 32'de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinden yürütülmüştür.

Tablo 32. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm^3)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.645	0.0051	0.79
2	0.645	0.0048	0.74
3	0.646	0.0037	0.57
4	0.646	0.0049	0.75
5	0.647	0.0038	0.59
6	0.648	0.0034	0.52
7	0.647	0.0035	0.54
8	0.647	0.0032	0.49
9	0.647	0.0050	0.77
10	0.646	0.0039	0.60
11	0.648	0.0027	0.41
12	0.647	0.0029	0.44

3.4. Mekanik Özellikler

3.4.1. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri Tablo 33'te verilmiştir.

Tablo 33. Deneme levhalarının ortalama elastikiyet modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	2383.42	70.21	2.94
2	1956.80	41.42	2.11
3	1727.46	56.23	3.25
4	1513.16	28.03	1.85
5	1354.25	29.25	2.15
6	1497.11	52.06	3.47
7	1209.41	57.23	4.73
8	982.30	59.84	6.09
9	2499.14	66.96	2.67
10	1300.78	56.31	4.32
11	1414.13	69.89	4.94
12	1522.32	49.28	3.24

Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 34'te verilmiştir.

Tablo 34. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	28687096	5	5737419.24	1688.87	***
Gruplar içi	387279.60	114	3397.18		
Toplam	29074376	119			

Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 35'te verilmiştir.

Tablo 35. Elastikiyet modülü üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Kızılçam	1727.46 a
Kayın	1497.11 b
Kavak	1209.46 c
Meşe	982.30 d
Karışık	2499.14 e
Sertleştiricisiz Meşe	1300.78 f

Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 36’da verilmiştir.

Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

Tablo 36. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	13007224	4	3251805.94	1420.12	***
Gruplar içi	217531.5	95	2289.80		
Toplam	13224755	99			

Tablo 37. Elastikiyet modülü üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Parafin Kullanım Miktarı: % 2–3	2383.42 a
Parafin Kullanım Miktarı: % 3–4	1956.80 b
Parafin Kullanım Miktarı: % 4–5	1727.46 c
Parafin Kullanım Miktarı: % 5–6	1513.16 d
Parafin Kullanım Miktarı: % 6–7	1354.25 e

Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir.

Tablo 38. Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1013106	2	506552.82	145.08	***
Gruplar içi	199020.40	57	3491.59		
Toplam	1212126	59			

Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 39’da verilmiştir.

Tablo 39. Elastikiyet modülü üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)
Önce Parafin Sonra Tutkal	1727.46 a
Önce Tutkal Sonra Parafin	1414.13 b
Karışık	1522.32 c

3.4.2. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 40’ta verilmiştir

Tablo 40. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	15.75	0.35	2.22
2	14.39	0.35	2.43
3	13.31	0.30	2.25
4	11.69	0.34	2.90
5	9.28	0.71	7.65
6	12.07	0.36	2.98
7	10.27	0.57	5.55
8	8.16	0.55	6.74
9	15.92	0.31	1.94
10	11.04	0.50	4.52
11	10.34	0.58	5.60
12	12.05	0.38	3.15

Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	712.56	5	142.51	692.27	***
Gruplar içi	23.46	114	0.21		
Toplam	736.02	119			

Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Eğilme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Kızılcıam	13.31 a
Kayın	12.07 b
Kavak	10.27 c
Meşe	8.16 d
Karışık	15.92 e
Sertleştiricisiz Meşe	11.04 f

Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 43'te verilmiştir.

Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 44'te verilmiştir.

Tablo 43. Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	501.79	4	125.45	649.61	***
Gruplar içi	18.85	95	0.19		
Toplam	520.64	99			

Tablo 44. Eğilme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Parafin Kullanım Miktarı: % 2-3	15.75 a
Parafin Kullanım Miktarı: % 3-4	14.39 b
Parafin Kullanım Miktarı: % 4-5	13.31 c
Parafin Kullanım Miktarı: % 5-6	11.69 d
Parafin Kullanım Miktarı: % 6-7	9.28 e

Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 45’te verilmiştir.

Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 45. Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	89.31	2	44.66	235.26	***
Gruplar içi	10.82	57	0.19		
Toplam	100.13	59			

Tablo 46. Eğilme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Önce Parafin Sonra Tutkal	13.31 a
Önce Tutkal Sonra Parafin	10.34 b
Karışık	12.05 c

3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme değerleri Tablo 47’de verilmiştir

Tablo 47. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.524	0.014	2.67
2	0.477	0.017	3.56
3	0.409	0.023	5.62
4	0.298	0.027	9.06
5	0.209	0.012	5.74
6	0.297	0.040	13.46
7	0.210	0.057	27.14
8	0.123	0.020	16.26
9	0.571	0.014	2.45
10	0.250	0.032	12.8
11	0.213	0.018	8.45
12	0.314	0.029	9.23

Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	251.70	5	50.34	433.57	***
Gruplar içi	13.23	114	0.12		
Toplam	264.93	119			

Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ağaç türünün etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Kızılcım	0.409 a
Kayın	0.297 b
Kavak	0.210 c
Meşe	0.123 d
Karışık	0.571 e
Sertleştiricisiz Meşe	0.250 f

Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	13.40	4	3.349	850.30	***
Gruplar içi	0.37	95	0.003		
Toplam	13.77	99			

Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin kullanım miktarının etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Parafin Kullanım Miktarı: % 2–3	0.524 a
Parafin Kullanım Miktarı: % 3–4	0.477 b
Parafin Kullanım Miktarı: % 4–5	0.409 c
Parafin Kullanım Miktarı: % 5–6	0.298 d
Parafin Kullanım Miktarı: % 6–7	0.209 e

Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	38.15	2	19.08	341.15	***
Gruplar içi	3.19	57	0.056		
Toplam	41.34	59			

Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisi % 0.1 yanılma olasılığı ile anlamlı bulunmuştur. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu % 5 hata payı ile tüm levha grupları arasındaki farklar önemli çıkmıştır. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 53’te verilmiştir.

Tablo 53. Yüzeye dik çekme direnci üzerine parafin uygulama şeklinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

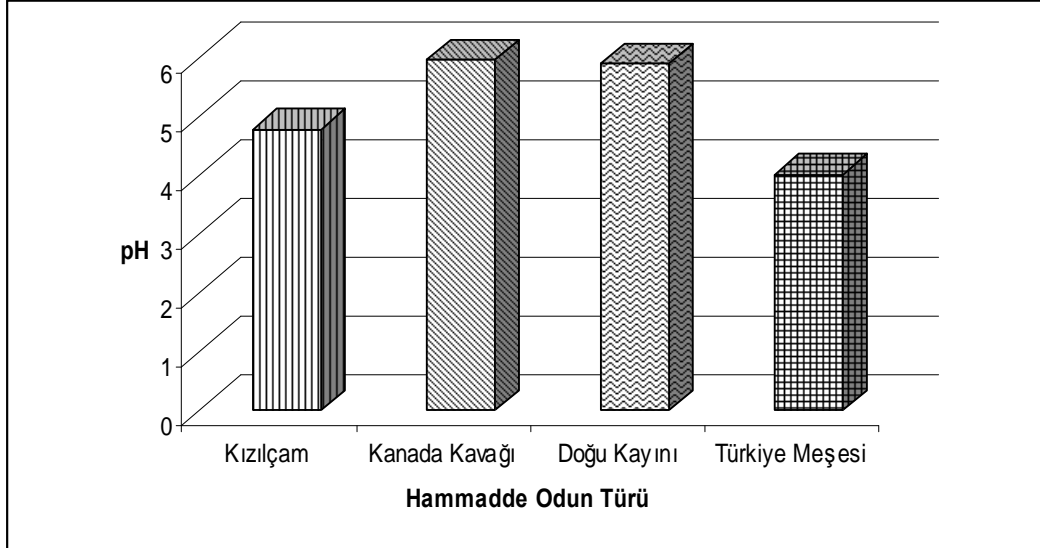
Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Önce Parafin Sonra Tutkal	0.409 a
Önce Tutkal Sonra Parafin	0.213 b
Karışık	0.314 c

4. TARTIŞMA

4.1. Kimyasal Özellikler

4.1.1. pH

pH değerleri hammadde odun türüne bağlı olarak değişiklikler göstermiştir. En yüksek pH değerine Kanada kavağı odununda (5.97), en düşük değere ise Türk meşesinde (4.01) ulaşılmıştır. Hammadde odun türünün pH üzerine etkisi Şekil 1’de gösterilmiştir.



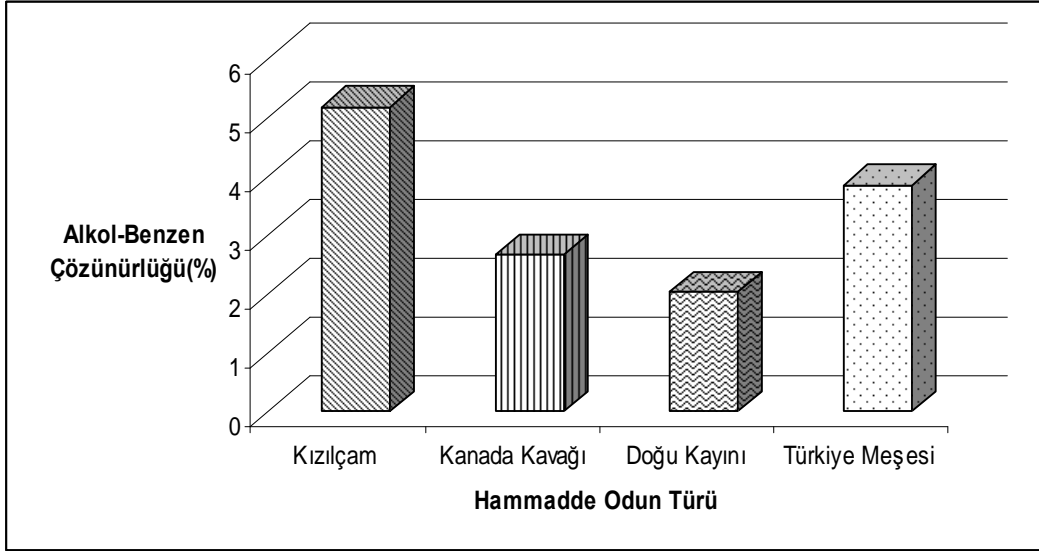
Şekil 1. Hammadde odun türünün pH değeri üzerine etkileri

Kavak ve kayın odunlarının pH değerleri arasında fark bulunmazken, diğer türler arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır.

4.1.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün alkol-benzen çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek alkol benzen çözünürlük değeri kızılcım

odununda (%5.18), en düşük ise doğu kayını odununda (%2.03) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 2’de verilmiştir.



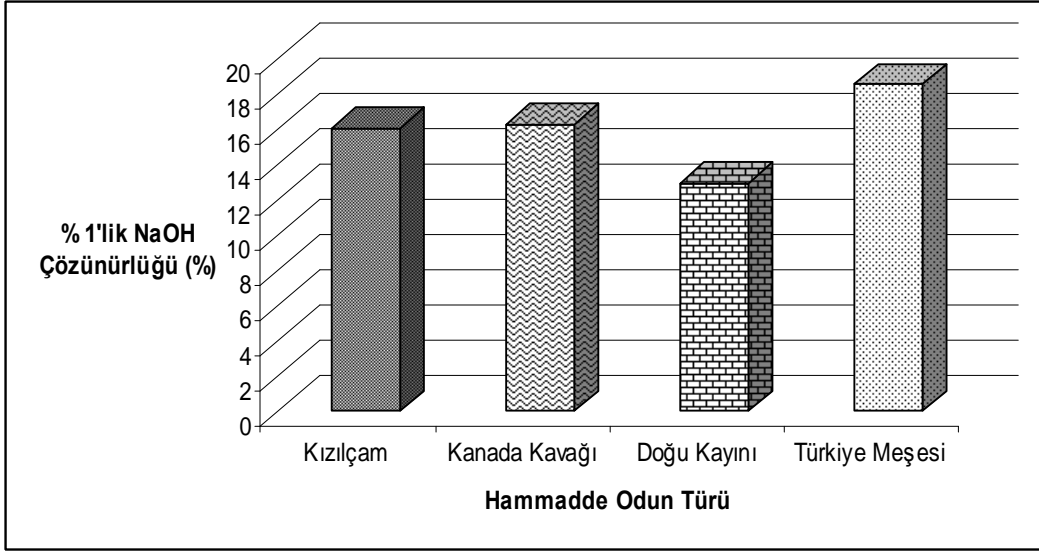
Şekil 2. Hammadde odun türünün alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 2’den de görüldüğü gibi kızılçamın alkol-benzen çözünürlüğü diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durum alkol-benzende çözünebilir ekstraktiflerin kızılçam odununda, incelenen diğer türlere göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde alkol-benzen çözünürlüklerinin sert odunlarda %2–6, yumuşak odunlarda ise %2–8 arasında değiştiği belirtilmektedir [144–146]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.1.3. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek % 1'lik NaOH' ta çözünürlük değeri Türkiye meşesi odununda (%18.58), en düşük ise doğu kayını odunu örneklerinde (% 12.92) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 3’te verilmiştir.



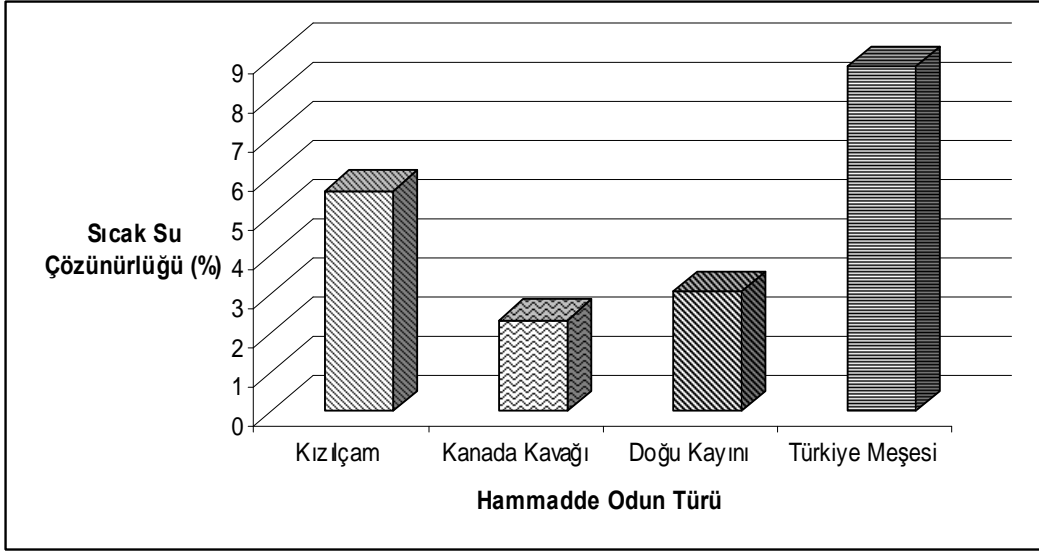
Şekil 3. Hammadde odun türünün % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 3'ten de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odununun % 1'lik NaOH çözünürlüğü diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durum % 1'lik NaOH' ta çözünebilen ekstraktiflerin Türkiye meşesi odununda, incelenen diğer türlere göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde % 1'lik NaOH' ta çözünürlük değerinin sert odunlarda % 14–20, yumuşak odunlarda ise % 9–16 arasında değiştiği belirtilmektedir [144–146]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.1.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek sıcak suda çözünürlük değeri Türkiye meşesi odununda (% 8.82), en düşük ise Kanada kavağı odunu örneklerinde (% 2.33) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 4'te verilmiştir.



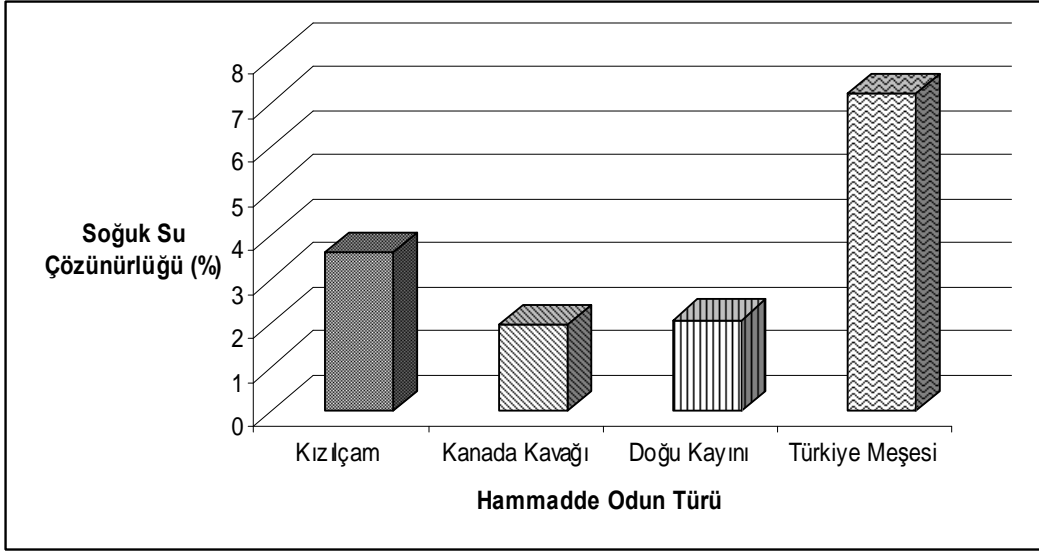
Şekil 4. Hammadde odun türünün sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 4'ten de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunun sıcak su çözünürlüğü diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durum sıcak suda çözünebilir ekstraktiflerin Türkiye meşesi odununda, incelenen diğer türlere göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

Literatürde sıcak su çözünürlük değerinin sert odunlarda % 2–5, yumuşak odunlarda ise % 3–6 arasında değiştiği belirtilmektedir [144–146]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.1.5. Soğuk Su Çözünürlüğü

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün soğuk su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek sıcak suda çözünürlük değeri Türkiye meşesi odununda (% 7.20), en düşük ise Kanada kavağı odunu örneklerinde (% 1.96) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi Şekil 5'te verilmiştir.

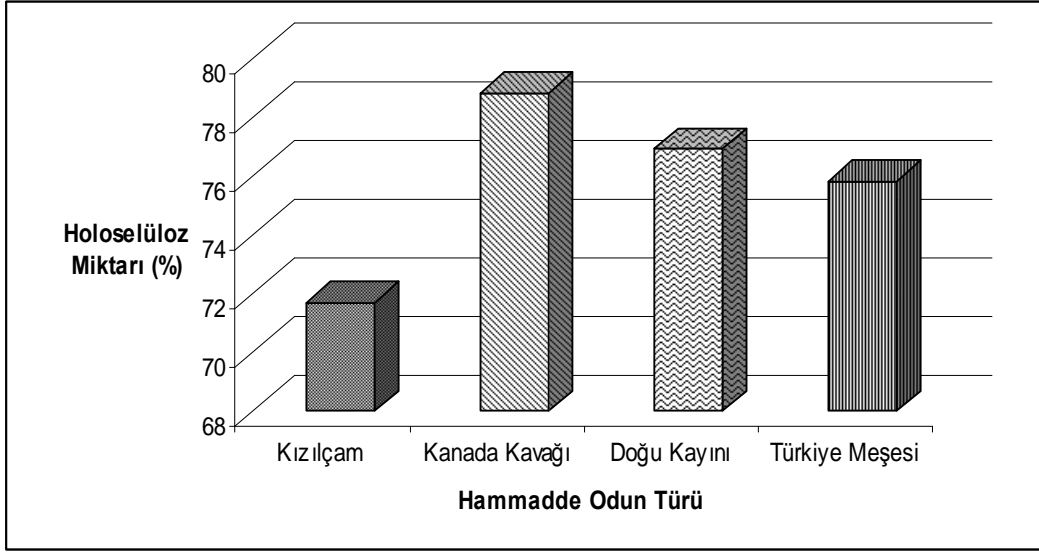


Şekil 5. Hammadde odun türünün soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 5'ten de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunun soğuk su çözünürlüğü diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır. Bu durum soğuk suda çözünebilen ekstraktiflerin Türkiye meşesi odununda, incelenen diğer türlere göre daha fazla oranda bulunduğunu göstermektedir.

4.1.6. Holoselüloz

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün holoselüloz miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek holoselüloz miktarı Kanada kavağı odununda (% 78.86), en düşük ise Kızılçam odunu örneklerinde (% 71.68) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün holoselüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Hammadde odun türünün holoselüloz miktarı üzerine etkisi

Şekil 6'dan da görüldüğü gibi Kanada kavağı odununda holoselüloz miktarı diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır.

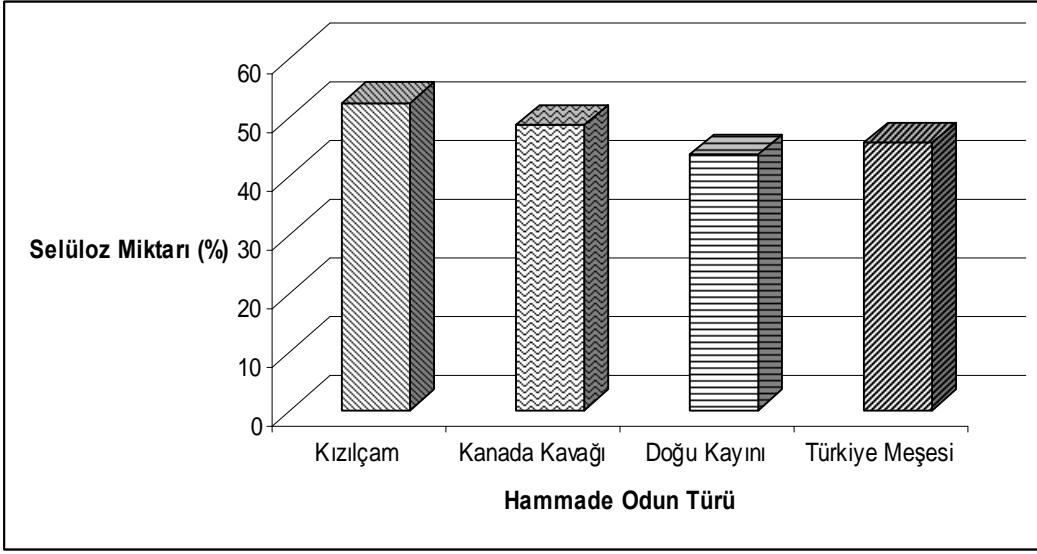
4.1.7. Selüloz

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek selüloz miktarı kızılçım odununda (% 52.64), en düşük ise doğu kayını odunu örneklerinde (% 43.66) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 7'de verilmiştir.

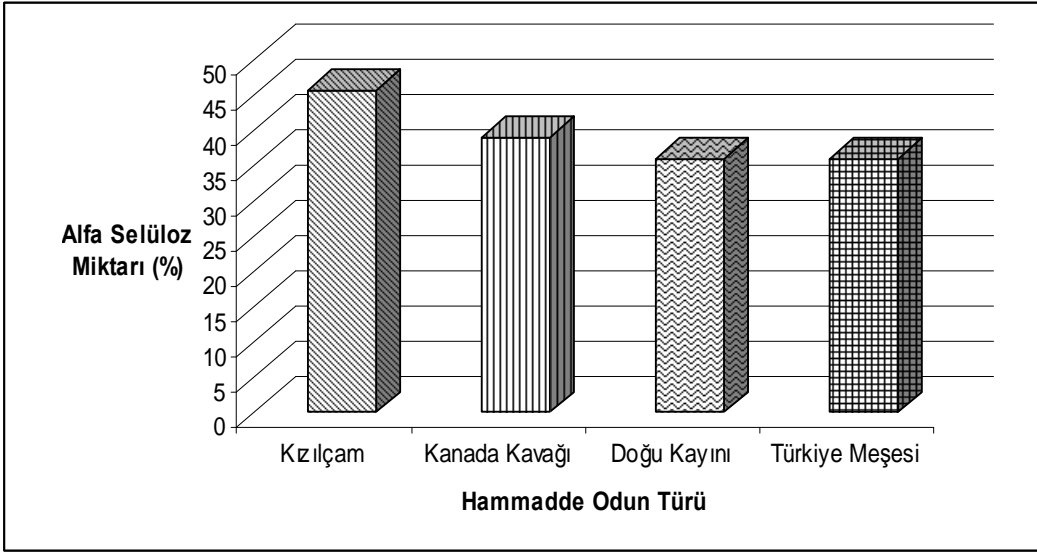
Şekil 7'den de görüldüğü gibi Kızılcım odununda selüloz miktarı diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır.

4.1.8. Alfa Selüloz

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün alfa selüloz miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek alfa selüloz miktarı kızılçım odununda (% 45.68), en düşük ise doğu kayını odunu örneklerinde (% 36.6) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün alfa selüloz miktarı üzerine etkisi Şekil 8'de verilmiştir.



Şekil 7. Hammadde odun türünün selüloz miktarı üzerine etkisi



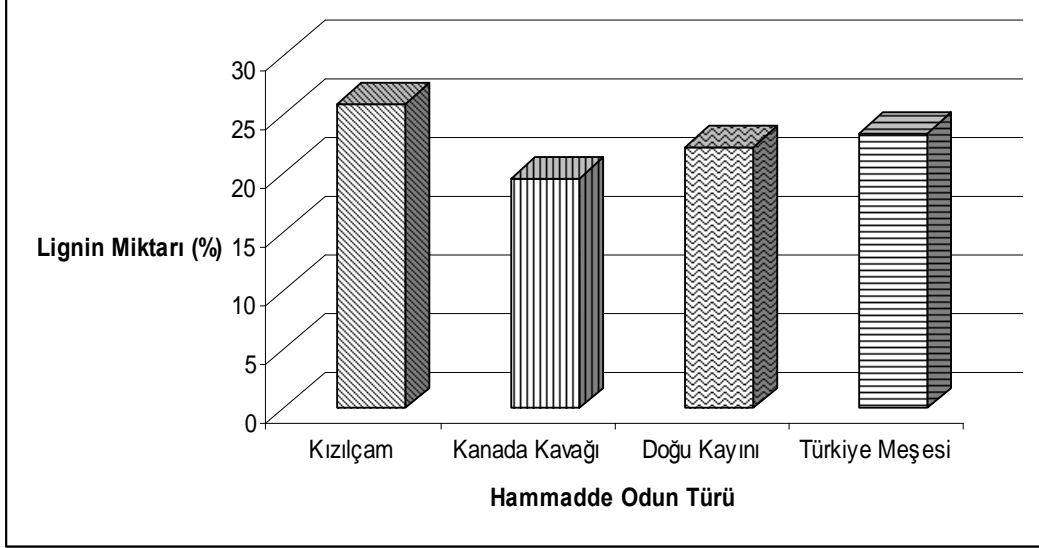
Şekil 8. Hammadde odun türünün alfa selüloz miktarı üzerine etkisi

Şekil 8'den de görüldüğü gibi Kızılçam odununda alfa selüloz miktarı diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır.

4.1.9. Lignin

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde odun türünün lignin miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek lignin miktarı kızılçam odununda (% 25,98), en düşük ise

Kanada kavağı odunu örneklerinde (% 19,62) elde edilmiştir. Hammadde odun türünün lignin miktarı üzerine etkisi Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Hammadde odun türünün lignin miktarı üzerine etkisi

Şekil 9’dan da görüldüğü gibi kızılçam odununda lignin miktarı diğer odun türlerinden yüksek çıkmıştır.

4.2. Anatomik Özellikler

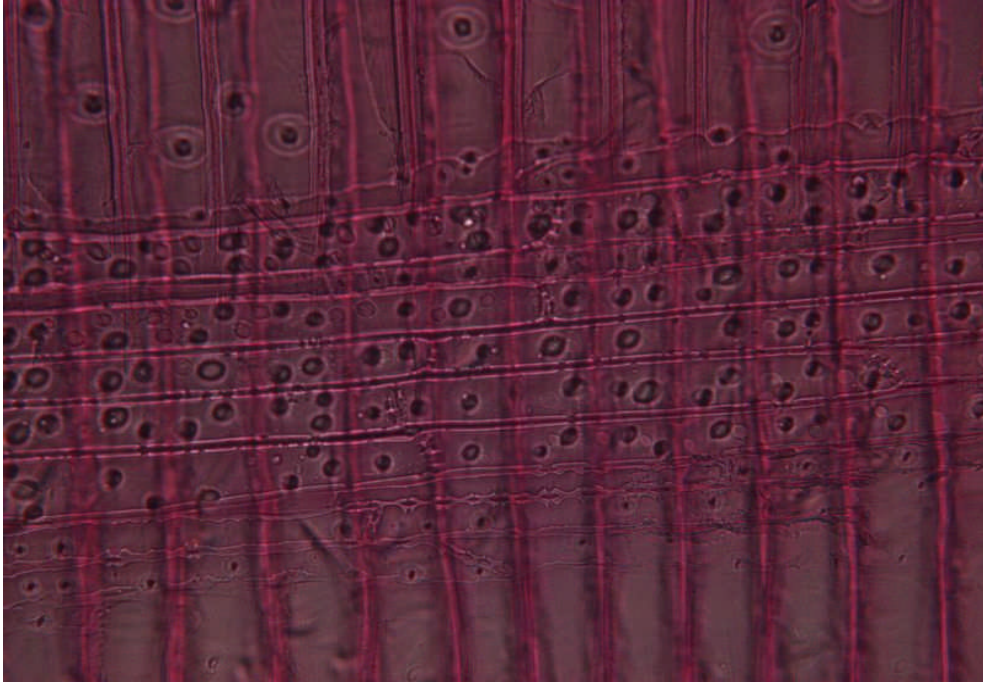
4.2.1. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Odunun Anatomik Özellikleri

Şekil 10’da kızılçam odununa ait enine kesit fotoğrafı verilmiştir. Şekil 10’dan da görüldüğü gibi kızılçam odununda yıllık halka sınırı belirgindir ve ilkbahar yaz odunu geçişi anidir. Reçine kanalları ilkbahar odunu zonunda yer almaktadır.



Şekil 10. Kızılcam odununa ait enine kesit fotoğrafı

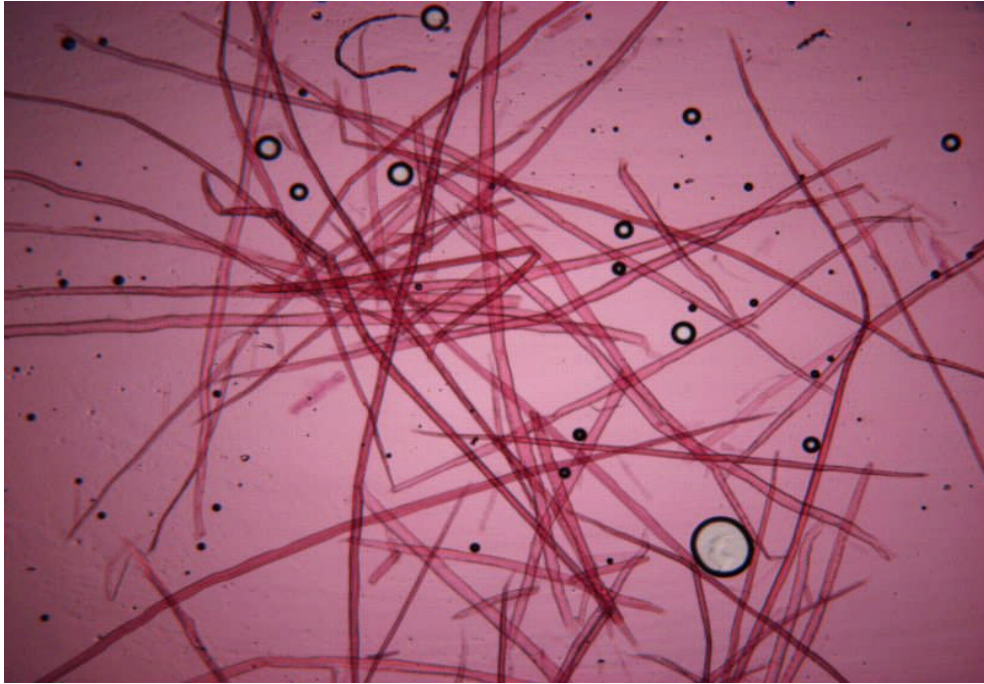
Şekil 11’de kıızılcam odununa ait radyal kesit fotoğrafı verilmiştir. Şekil 11’den de görüldüğü gibi kıızılcam odununda boyuna traheitlerin radyal çeperlerindeki kenarlı geçitler çoğunlukla üniseridir.



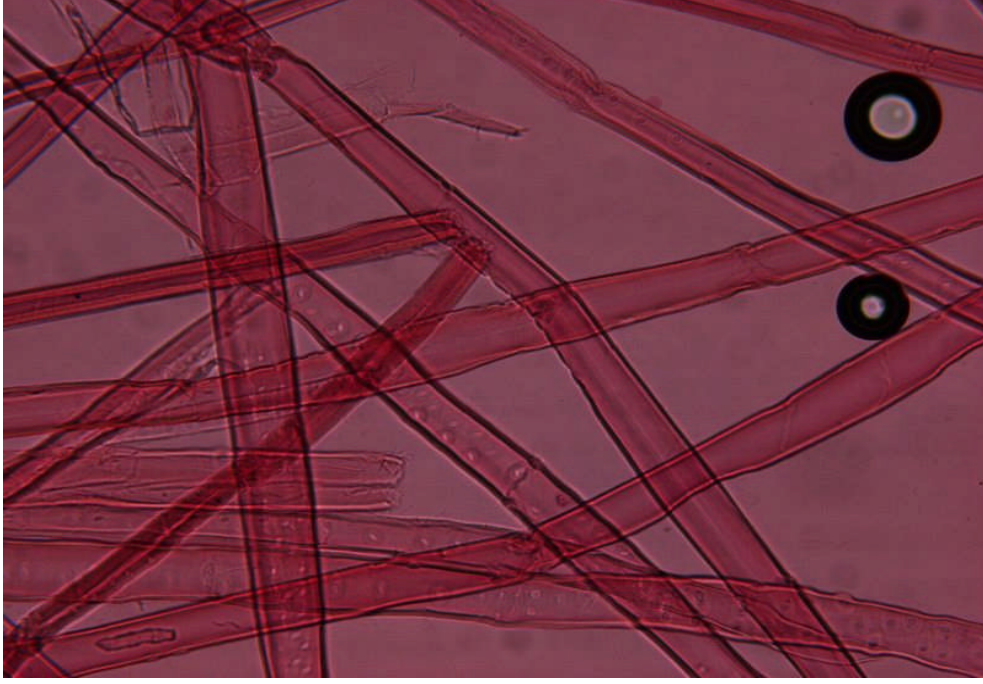
Şekil 11. Kızılcam odununa ait radyal kesit fotoğrafı

Boyuna traheit uzunluğu 4219.23 (5323.34–2715.45) μm , boyuna traheit genişliği 39.37 (59.56 –21.93 μm , boyuna traheit lümen genişliği 28.65 (47.23–11.28 μm , tek çeper hücre kalınlığı 5.59 (10.27 –3.84) μm , ilkbahar odunu boyuna traheit teğet çapı 35.48 (42.86–28.59) μm , İlkbahar odunu boyuna traheit radyal çapı 34.38 (45.72– 23.40) μm , yaz odunu boyuna traheit teğet çapı 16.57 (26.37 – 4.61) μm , yaz odunu boyuna traheit radyal çapı 8.59 (16.39 – 4.24) μm , 1 mm^2 de boyuna traheit sayısı 320.64 / 562.56 (416 / 832–224 / 384) adet olduğu tespit edilmiştir. Enine traheitlerin çeperleri ince ve kısa diş şeklinde kalınlaşmıştır. Enine traheitlerin horizontal (yatay) ve vertikal (dikey) çeperlerinde kenarlı geçitler mevcuttur. Karşılaşma yerlerinde pinoid tip geçitler vardır.

şekil 12 ve 13'te kızılçam odununa ait boyuna traheitler ve çeperlerinde ki kenarlı geçitler görölmektedir.

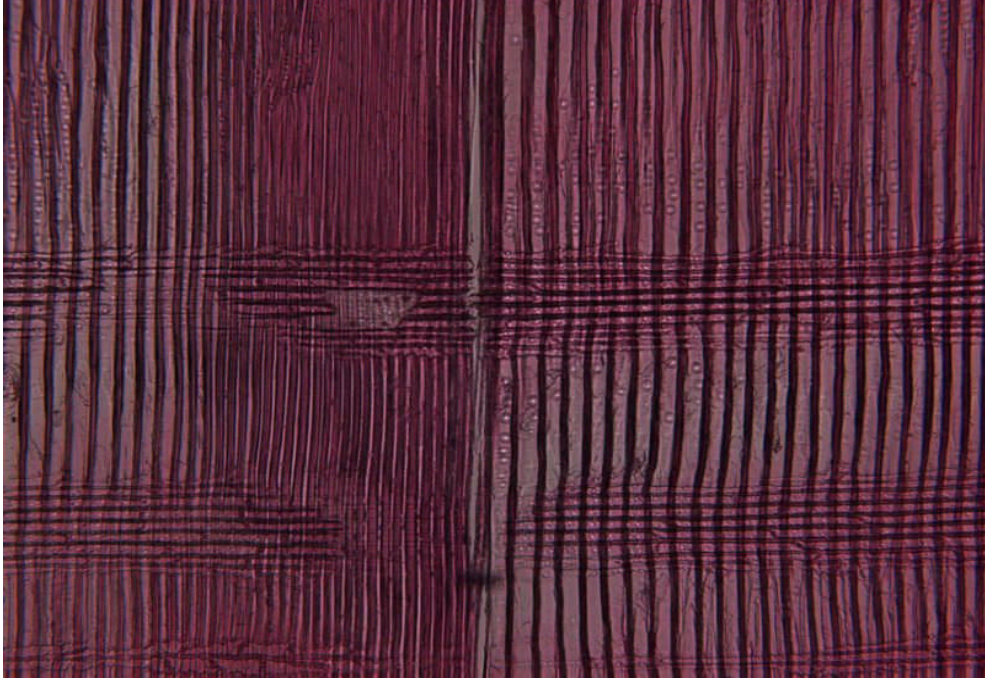


şekil 12. Kızılçam odununa ait boyuna traheitler



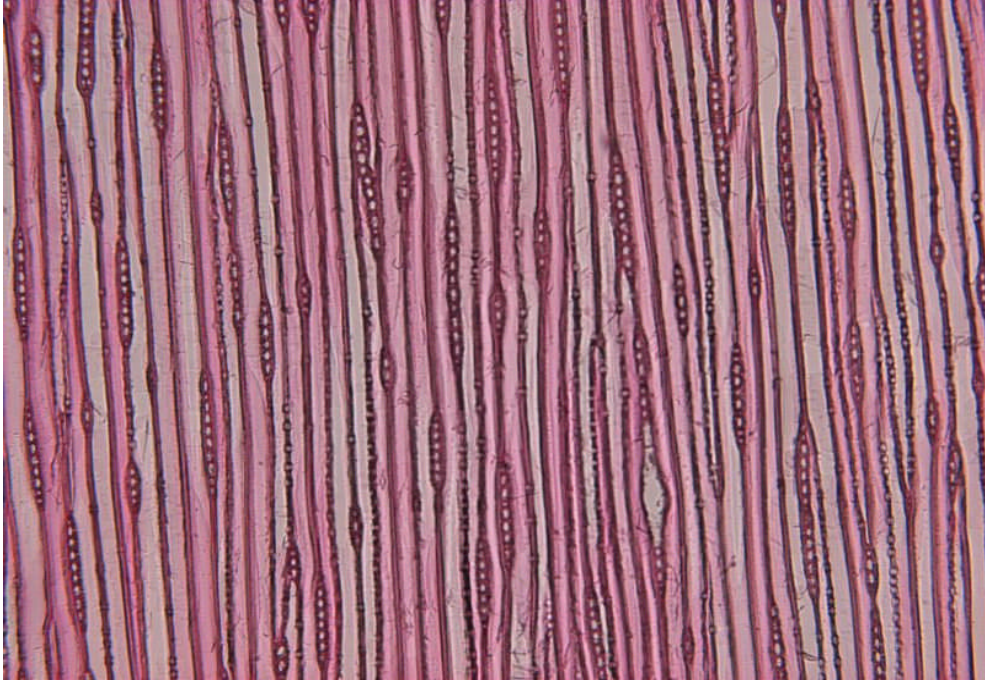
Şekil 13. Kızılcam odununa ait boyuna traheitler ve kenarlı geçitler

Bu taksonun özışınları heterojen ve üniseridir. Özışını paraşim hücrelerinde basit geçitler bulunmaktadır. Özışını paraşim hücreleri ince çeperlidir. Özışını yüksekliği 207.52 (363.48–121.38) μm , özışını genişliği 23.37 (30.33 –18.29) μm , 1 mm²'de özışını sayısı 53.76 (96– 32) ve 1 mm²'de özışını sayısı 320.64 / 562.56 (416 / 832–224 / 384) adet olduğu tespit edilmiştir. Şekil 35'te kıızılcam odununa ait özışını paraşim hücreleri görülmektedir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [147].

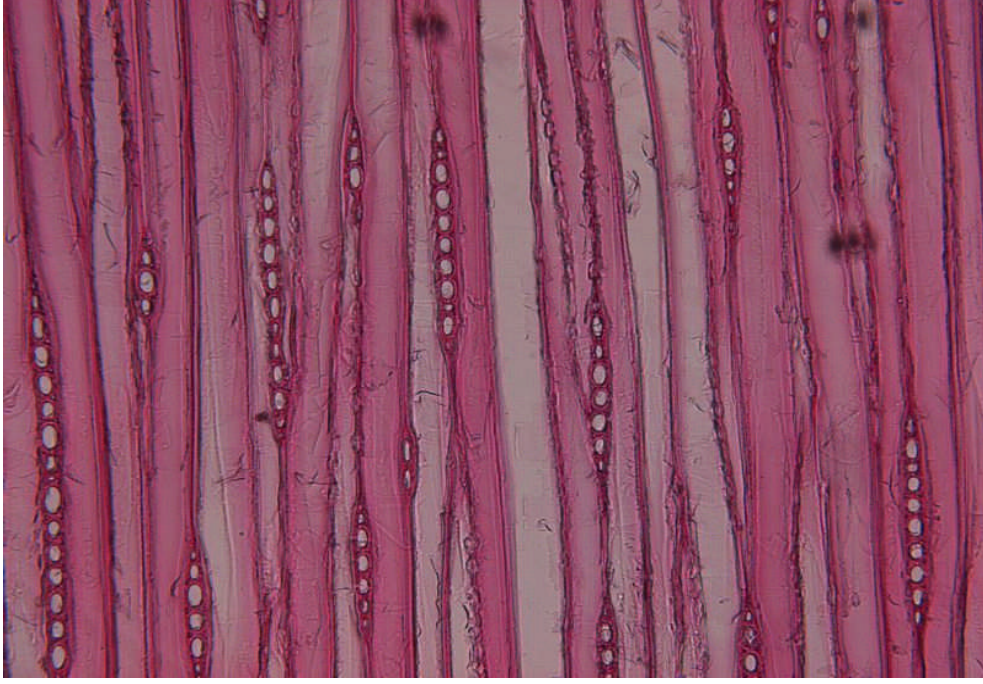


Şekil 14. Kızılcam odununa ait özışını paranzim hücreleri

Şekil 15 ve 16'da kıızılcam odununda teğet kesitte üniseri özışınları görölmektedir.



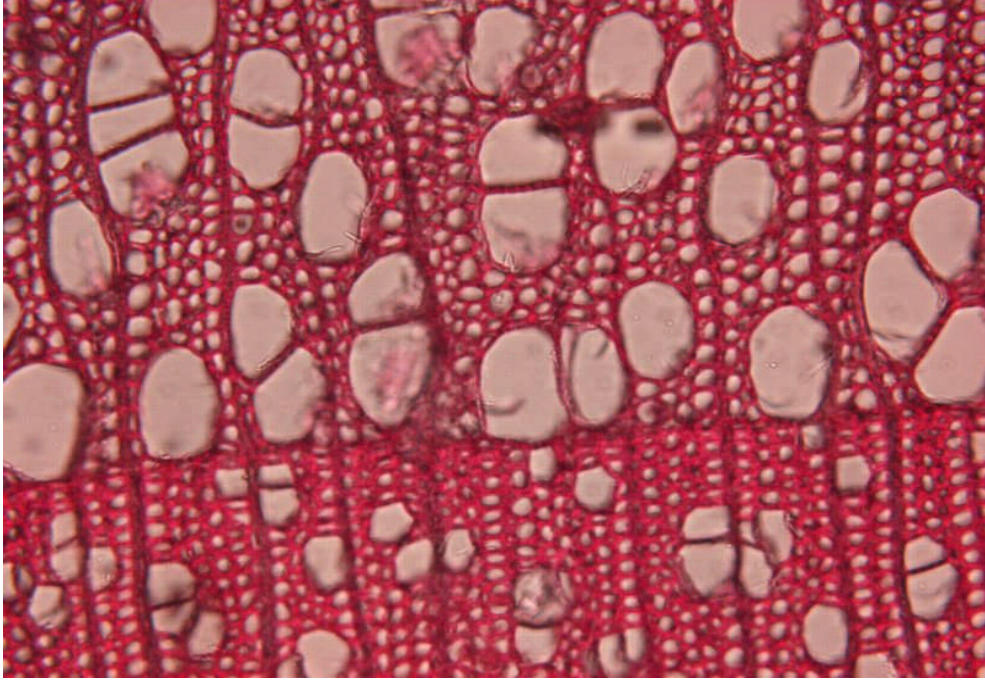
Şekil 15. Kızılcam odununda üniseri özışınları



Şekil 16. Kızılcam odununda üniseri özışınları

4.2.2. Kanada Kavağı (*Populus canadensis* Moench) Odununun Anatomik Özellikleri

Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişı dağınıktır. İlkbahar odunu traheleri biraz daha büyük çaplıdır. Traheler yıllık halka içinde genellikle radyal yönde grup yapar. Tek tek olan trahelerin enine kesitleri köşelidir. Şekil 17’de Kanada kavağı odununa ait trahelerin yıllık halka içindeki durumları gösterilmiştir.

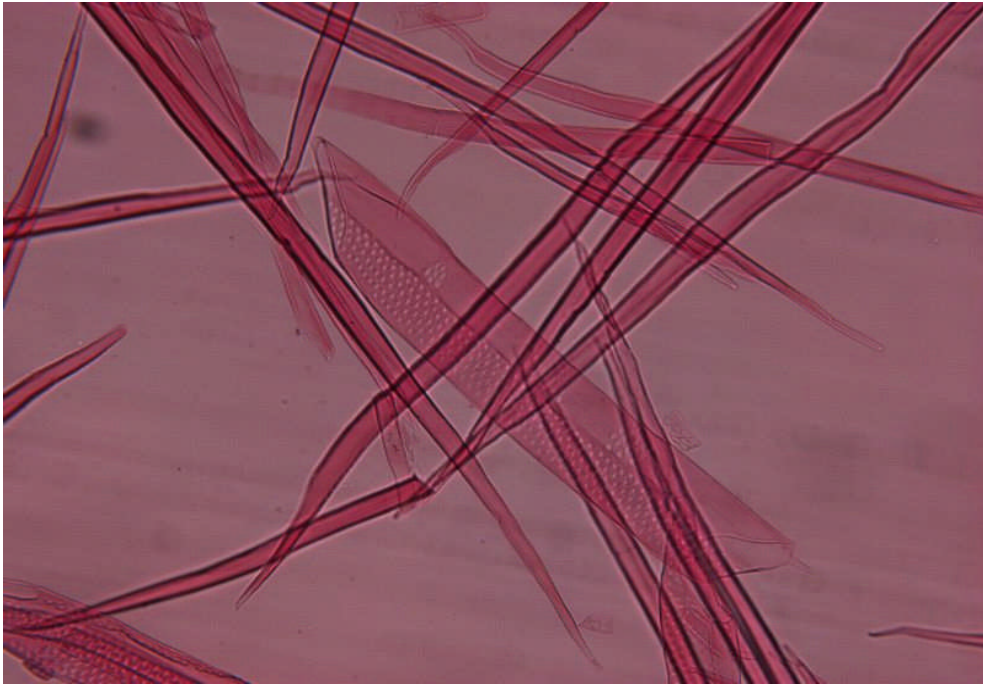


Şekil 17. Kanada kavağı odununun enine kesit fotoğrafı

Trahelerin yan çeperlerinde bulunan kenarlı geçitler almaçlıdır. Perforasyon tablası basittir. Trahe hücre uzunluğu 691.36 (838.46–366.93) μm , trahe teğet çapı 53.60 (83.26–38.67) μm , trahe radyal çapı 72.41 (90.72–38.79) μm 'dir. 1 mm^2 'de trahe sayısı 106.68 (123.25–92.56) adet olduğu tespit edilmiştir. Bu taksonun odununda traheit lifleri, libriform lifleri ve az oranda vasisentrik traheitler yer almaktadır. Bu lifler odunun lif dokusunu oluşturmaktadır. Libriform liflerinde basit geçitler bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir.



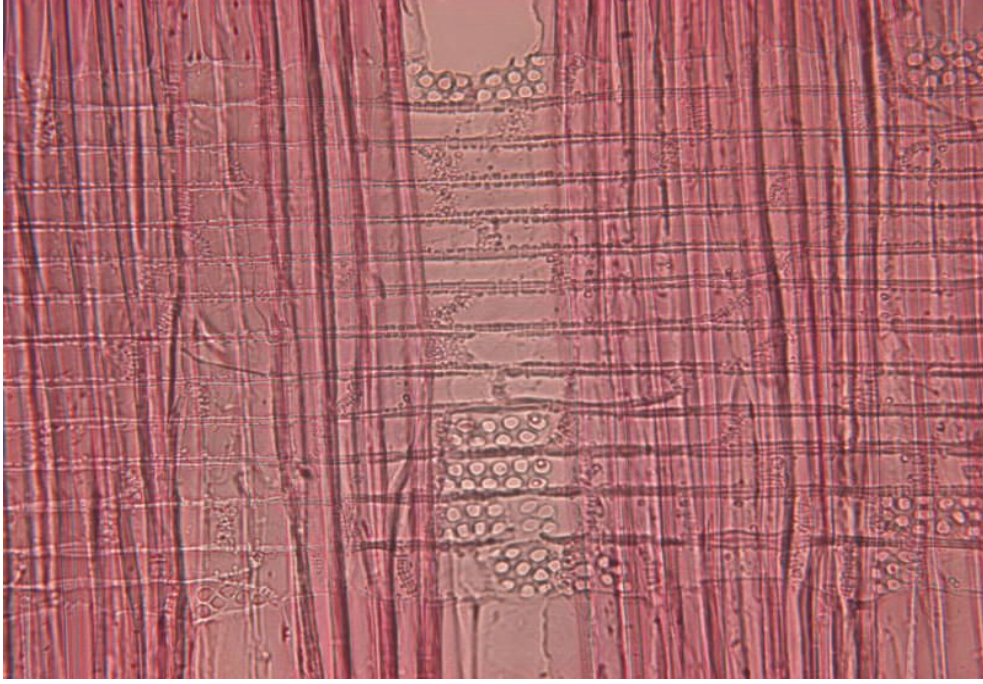
Şekil 18. Kanada kavağı odununda kenarlı geçitler (trahelerin çeperlerinde)



Şekil 19. Kanada kavağı odununda trahe hücresi ve libriform lifler

Bu taksonun liflerine ait ölçümler lif çeşidi ayırımı yapılmaksızın gerçekleştirilmiştir. Lif uzunluğu 1031.22 (1388.59–701.41) μm , lif genişliği 24.68 (33.56–19.39) μm , lif lümen genişliği 18.57 (28.12–11.18) μm ve lif çeper kalınlığı 2.86 (3.57–2.87) μm 'dir.

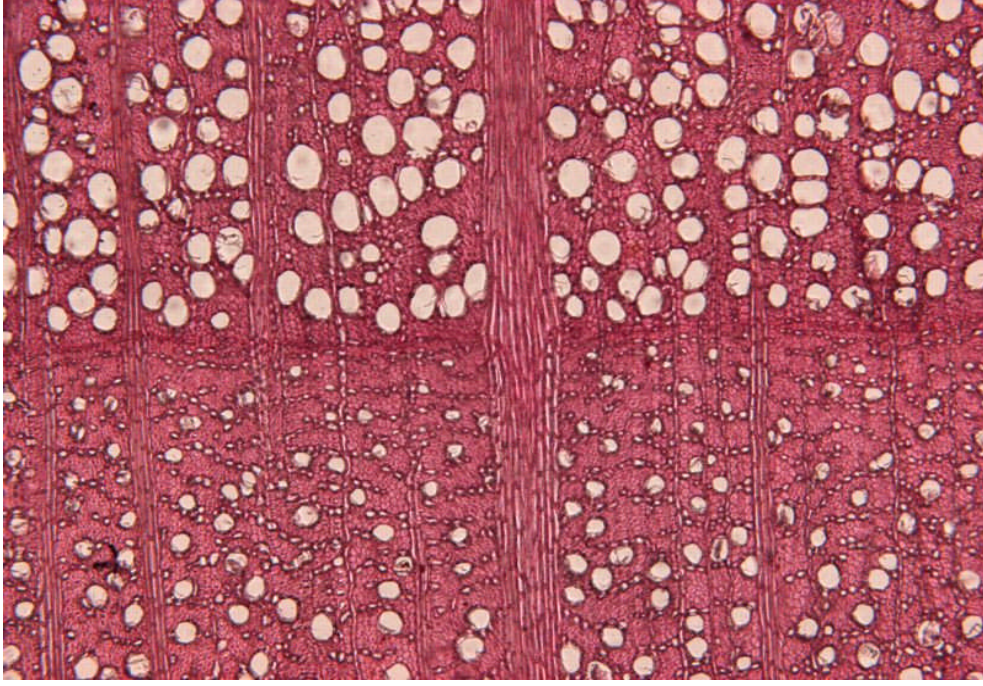
Bu taksonun özışını dokusunu yatık paranzim hücreleri oluşturmaktadır. Özışınlarının tipi; Kribs'in özışını tasnifine göre üniseri homoselüler, homojen TIP III şeklindedir. Trahe-özışını geçitleri bal peteği şeklindedir. 1 mm'de özışını sayısı 5 (8– 2) adet, 1 mm²'de özışını sayısı 19.16 (27–14) adet, üniseri öz ışını yüksekliği 295.62 (399.73–169.22) µm, üniseri öz ışını genişliği 14.34 (18.57–12.98) µm'dir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [147].



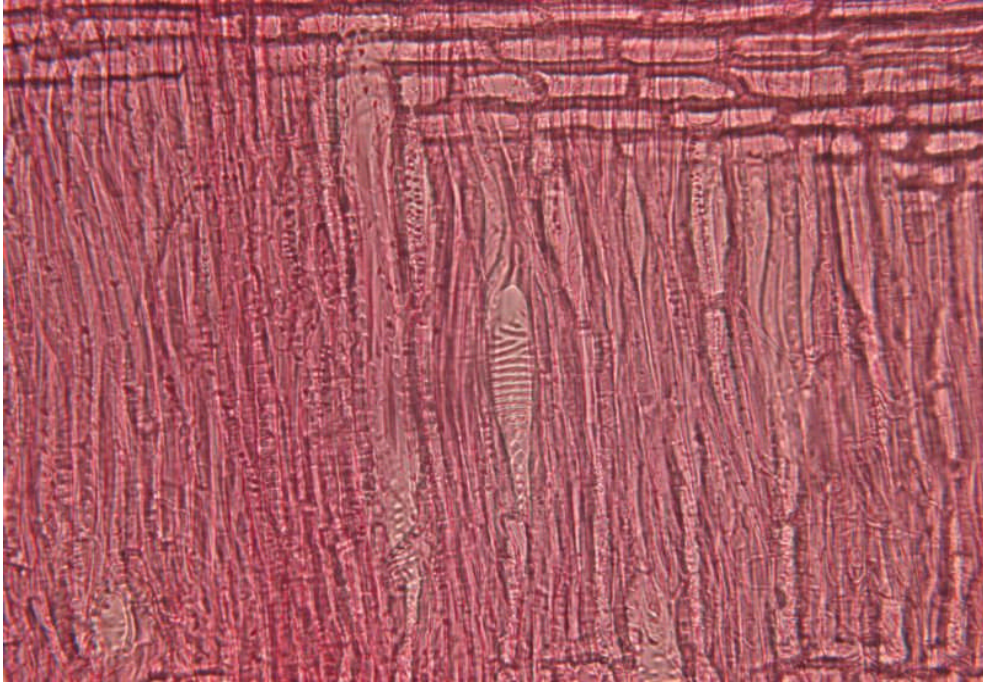
Şekil 20. Kanada kavağı odununda homoselüler özışını ve bal peteği şeklinde geçitler

4.2.3. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Anatomik Özellikleri

Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişi dağınıktır. İlkbahar yaz odunu sınırını belli olmamasına rağmen yıllık halkalar belirgindir. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine küçük çaplıdır ve tek tek dağılırlar. Trahelerde gruplaşma oblik yönde ve küme şeklindedir. Trahelerin enine kesitleri yuvarlak bazen de köşelidir. Perforasyon tablası merdiven şeklindedir. Traheler üzerinde kenarlı geçitler mevcuttur. Trahe hücre uzunluğu 425.67 (563.43–187.63) µm, trahe teğet çapı 35.60 (57.12–21.42) µm, trahe radyal çapı µm'dir. 1 mm²'de trahe sayısı 88.72 (106–69) adet olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 21. Doğu kayını odunu enine kesit fotoğrafı

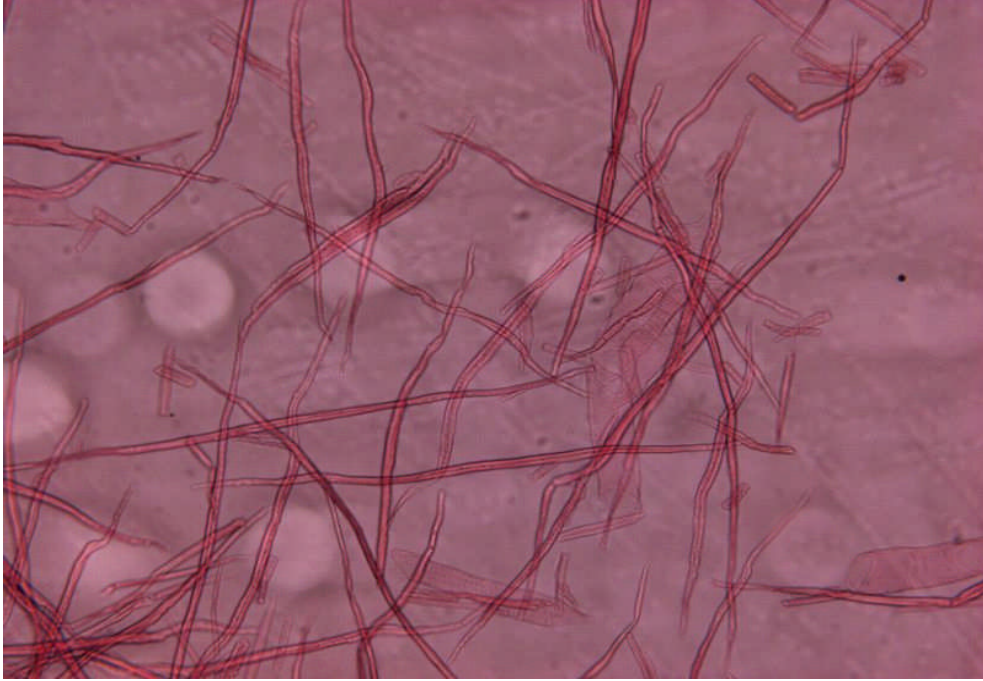


Şekil 22. Doğu kayını odununda merdiven şeklinde perforasyon tablası

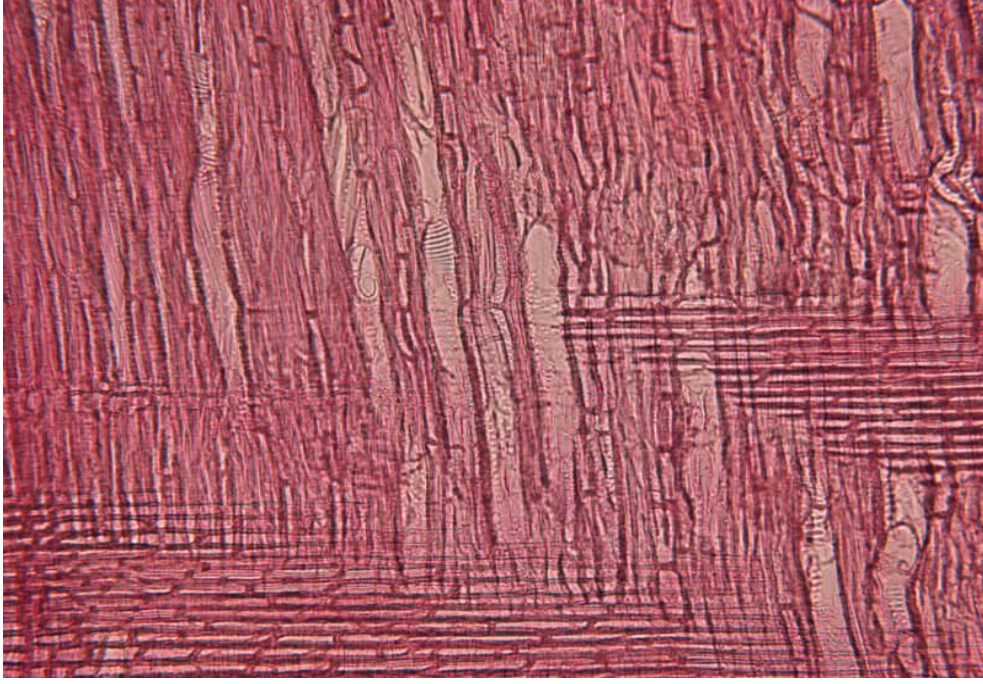
Bu taksonun odununda perforasyon tablası bulunmayan traheal elaman olarak libriform lifi, traheit lifi ve vasisentrik traheitler bulunmaktadır. Libriform liflerinde basit geçitler bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir.

Vasisentrik traheitler ilkbahar odunu trahelerinin çevresinde bulunmaktadır. Bu taksonun liflerine ait ölçümler lif çeşidi ayrımı yapılmaksızın gerçekleştirilmiştir. Lif uzunluğu 931.45 (1235.72–701.26) μm , lif genişliği 23.47 (33.83–14.82) μm , lif lümen genişliği 5.62 (7.55–2.45) μm ve lif çeper kalınlığı 9.57 (14.28–4.76) μm 'dir. Şekil 23'te doğu kayımına ait lifler gösterilmiştir.

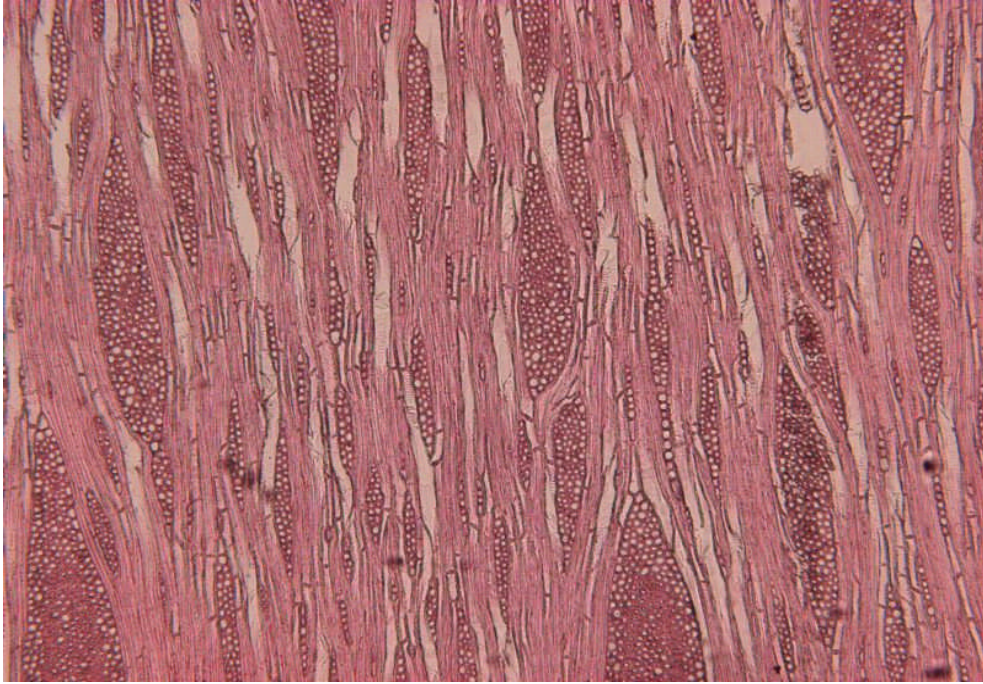
Bu taksonun özışınlarını yatık paraşim hücreleri oluşturmaktadır. Özışınlarının tipi; Kribs'in özışını tasnifine göre üniseri ve mültiseri homoselüler, homojen TIP I şeklindedir. Özışınlarının genişlikleri arttıkça yükseklikleri de artmaktadır. Enine kesitte mültiseri özışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir. 1 mm'de özışını sayısı 6.24 (8–4) adet, 1 mm²'de özışını sayısı 26.76 (35–21) adet, mültiseri özışını yüksekliği 737.07 (1266.08–244.06) μm , mültiseri özışını genişliği 133.62 (213.56–61.01) μm 'dir. Şekil 24'te yatık özışını paraşim hücreleri, Şekil 25'te ise üniseri ve mültiseri özışınları gösterilmiştir.



Şekil 23. Doğru kayımına ait lifler



Şekil 24. Yatık özışını paranzim hücreleri



Şekil 25. Üniseri ve mültiseri özışınları

Boyuna paranzim doğu kayını odununda Apotrahel-kesik zincir şeklindedir ve Şekil 21’de gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [147].

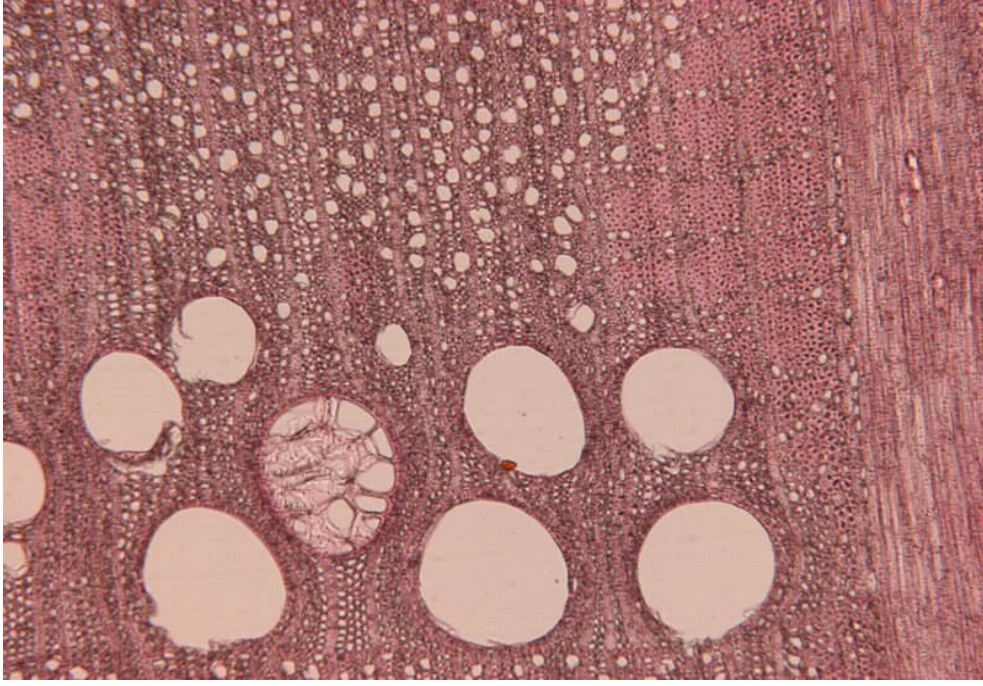
4.2.4. Türkiye Meşesi (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) Odununun Anatomik Özellikleri

Yıllık halkalar belirgindir. İlkbahar odunu traheleri yıllık halkaların başlangıcından itibaren 3–4 sıra oluşturmuştur. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerinden itibaren radyal ve oblik yönde yıllık halkaların sonuna doğru küçülerek ilerlediği görülmüştür. İlkbahar ve yaz odunu trahelerinin enine kesitleri muntazamdır. Trahelerin çeperleri kalındır ve yıllık halka içinde tek tek bulunur ve grup oluşturmamışlardır. Trahelerde tül oluşumu gözlenmiştir. Şekil 26'da Türkiye meşesi ağacına ait enine kesit fotoğrafı ve tül oluşumu gösterilmiştir.

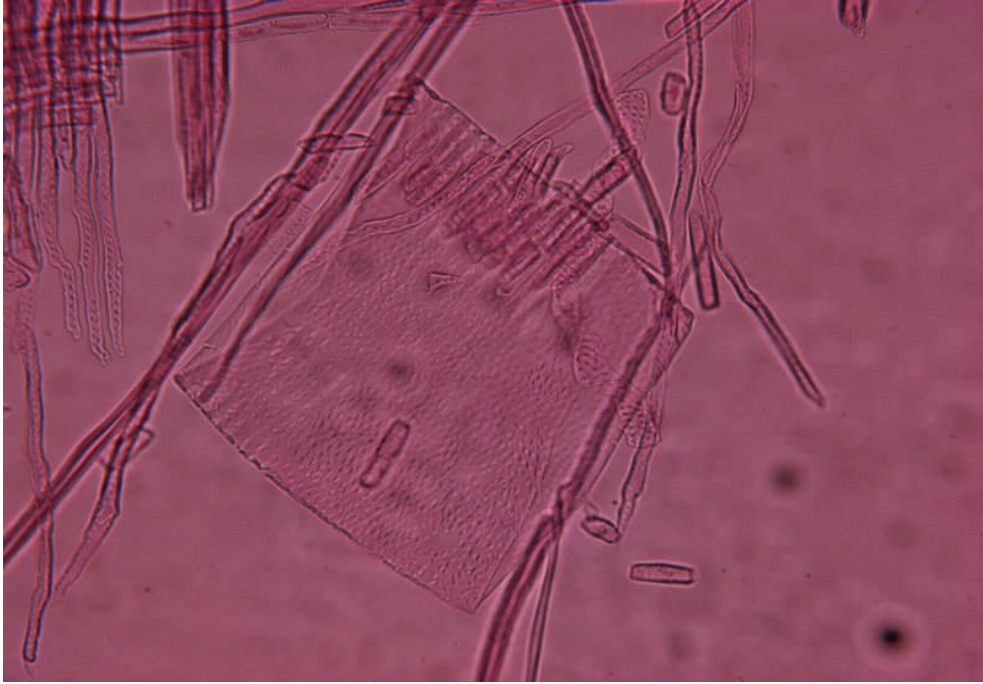
Trahelerin yan çeperlerinde bulunan kenarlı geçitler daire şeklinde ve almaçlıdır. Perforasyon tablası basittir. Trahe hücre uzunluğu 399.96 (551.46–290.88) μm , ilkbahar odunu trahe teğet çapı 191.74 (254.52 –84.84) μm , ilkbahar odunu radyal çapı 221.55 (315.12–109.08) μm , yaz odunu trahe teğet çapı 28.46(42.84–19.04) μm , yaz odunu trahe radyal çapı 28.27 (40.46–21.42) μm 'dir. 1 mm^2 ' de trahe sayısı 3.48/69.44 (8/127–2/29) adet olduğu tespit edilmiştir. Şekil 27'de ilkbahar odunu trahesi ve Şekil 28'de basit perforasyon tablası gösterilmiştir.

Bu taksonun odununda perforasyon tablası bulunmayan traheal elaman olarak libriform lifi, traheit lifi ve vasisentrik traheitler bulunmaktadır. Bu lifler odunun lif dokusunu oluşturmaktadır. Vasisentrik traheitler çok kalın çeperlidir. Libriform liflerinde basit geçitler bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir. Bu taksonun liflerine ait ölçümler lif çeşidi ayrımı yapılmaksızın gerçekleştirilmiştir. Lif uzunluğu 1112.93 (1876.24–640.66) μm , lif genişliği 23.04 (33.32–11.90) μm , lif lümen genişliği 6.38 (9.52–4.76) μm ve lif çeper kalınlığı 8.33 (13.09–3.57) μm 'dir. Şekil 29'da Türkiye meşesine ait lifler gösterilmiştir.

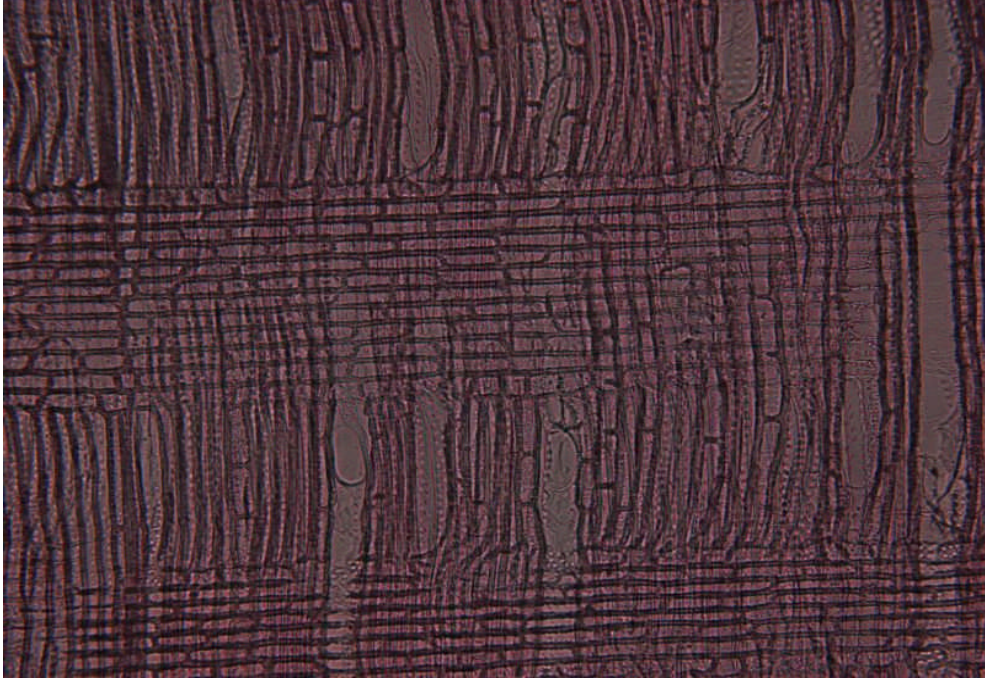
Bu taksonun özışınlarını yatık paranşim hücreleri oluşturmaktadır. Özışınlarının tipi; Kribs'in özışını tasnifine göre üniseri ve mültiseri homoselüler, homojen TIP I şeklindedir. Özışınları çift boyutludur. 1 mm 'de özışını sayısı 7.96 (11–4) adet, 1 mm^2 ' de özışını sayısı 49.92 (79–31) adet, mültiseri öz ışını yüksekliği 6543.97 (6910.06–6101.60) μm , mültiseri öz ışını genişliği 432.19 (442.66–411.86) μm 'dir. Şekil 30'da yatık öz ışını paranşim hücreleri, Şekil 31'de üniseri özışınları ve Şekil 32'de ise üniseri ve mültiseri özışınları gösterilmiştir.



Şekil 26. Türkiye meşesi ağacına ait enine kesit fotoğrafı ve tül oluşumu



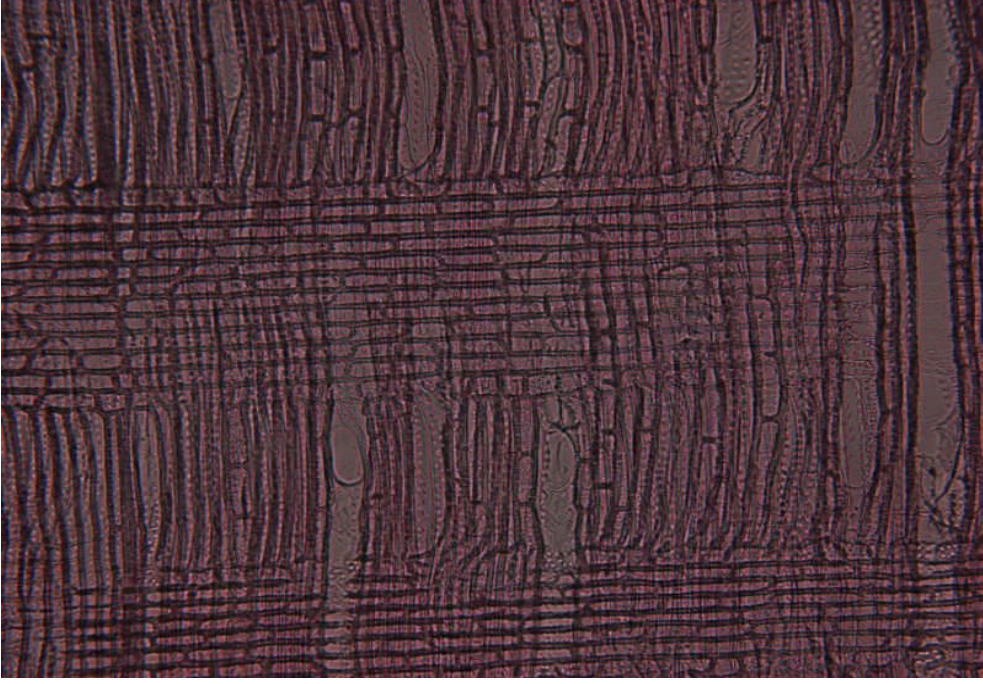
Şekil 27. İlkbahar odunu trahesi



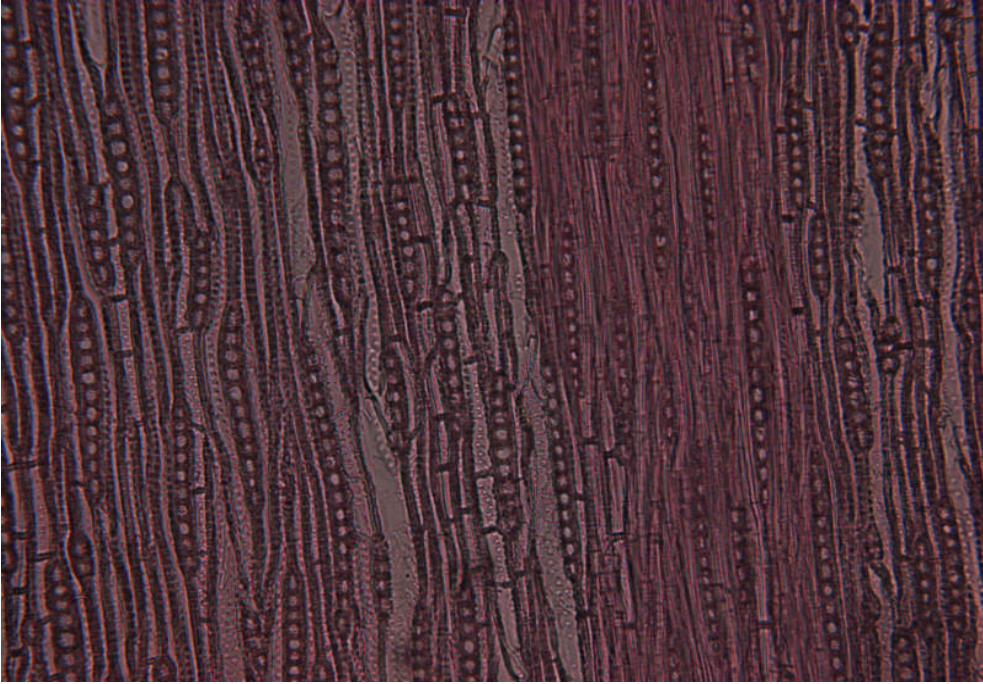
Şekil 28. Türkiye meşesi odunu trahelerinde basit perforasyon tablası



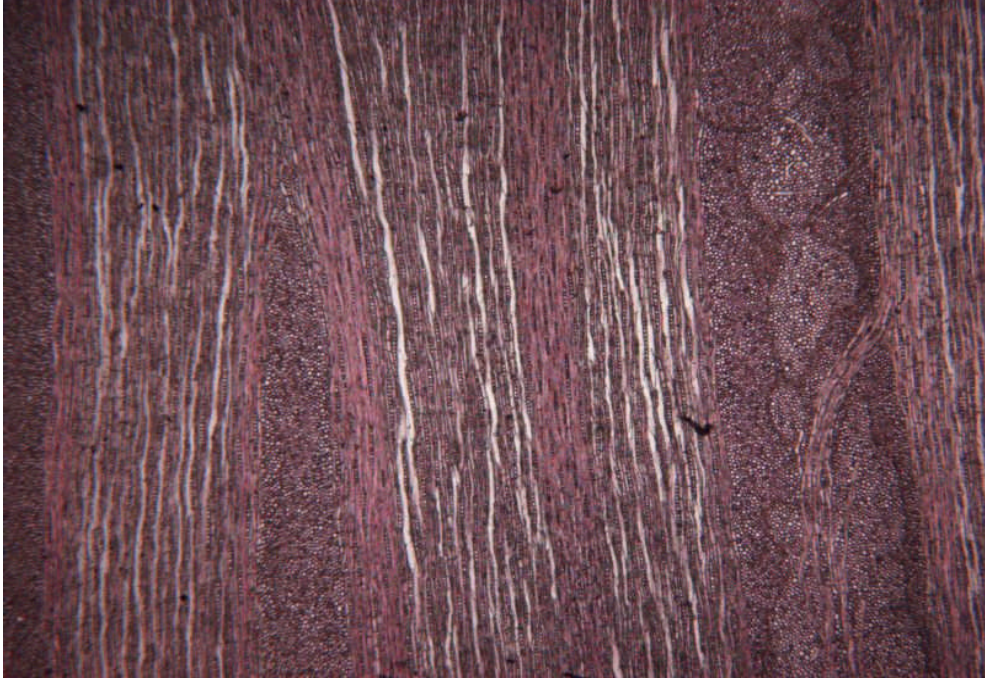
Şekil 29. Türkiye meşesine ait lifler



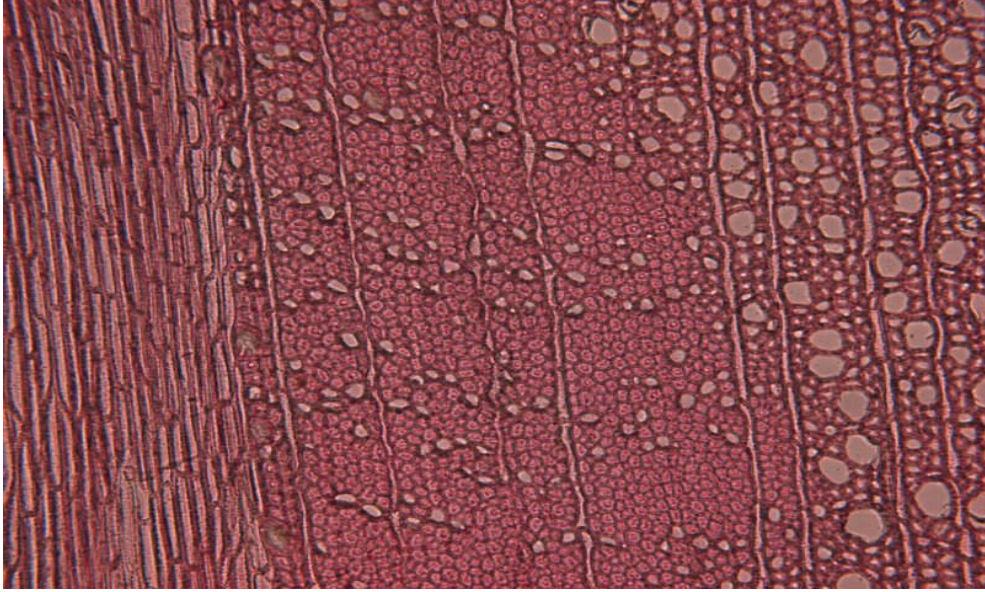
Şekil 30. Türkiye meşesinde yatık özışını paraşim hücreleri



Şekil 31. Türkiye meşesinde üniseri özışınları



Şekil 32. Üniseri ve mültiseri özışınları



Şekil 33. Enine kesit; Apotraheal kesik zincir şeklinde odun paranzimi hücreleri

Boyuna paranzim Türkiye meşesi odununda apotreheal kesik zincir şeklindedir. Şekil 33'te boyuna paranzimler gösterilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [147].

4.3. Fiziksel Özellikler

4.3.1. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

En yüksek kalınlık artışı oranı değerlerine sertleştiricili Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4-5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhalarda (2 saat için % 25.13, 24 saat için %32.51), en düşük değere ise çam odunu ağırlıklı yongalardan, parafin kullanım miktarı % 6-7, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhalarda (2 saat için % 5.06, 24 saat için % 10.23) ulaşılmıştır.

2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerine hammadde odun türünün etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranı değerine Türkiye meşesi odunu yongalarından sertleştirici kullanılarak üretilen yongalevhalarda (2 saat için %25.13, 24 saat için % 32.51) ulaşılmıştır. Türkiye meşesi odununun ortalama pH değeri (4.01) diğer türlere göre düşüktür. Sertleştirici ilavesiyle de pH değeri üre formaldehit tutkalı için uygun olan pH:4–5 değerinden daha aşağı değerlere düştüğü için sıcak presleme öncesi ön sertleşme meydana gelmiş ve sıcak preslemede istenilen kondenzasyon derecesine ulaşamamış, yeterli yapışma sağlanamadığı içinde suyun levha içine difüzyonu kolaylaşmış olabilir [148].

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhalarda, sertleştirici kullanılarak meşe odunu yongalarından üretilen yongalevhalarla oranla kalınlık artışı oranı daha az (2 saat için % 12.47, 24 saat için 18.55) çıkmıştır. Tablo 2’den de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunun pH değeri 4.01’dir ve bu değer üre formaldehit için uygun olan pH:4–5 değerleri arasındadır. pH değerinin uygun aralıkta olmasından dolayı üretilen levhalarda, sertleştiricili levhalardaki gibi ön sertleşme olamamış dolayısıyla da iyi bir yapışma elde edilmiş olabilir. Bunun sonucu olarak ta suyun levha içine difüzyonu engellenmiş olabilir.

Doğu kayını odunu yongalarında üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %13.42, 24 saat için % 19.52), sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhalardan (2 saat için % 12.47, 24 saat için 18.55) daha yüksek çıkmıştır. Şekil 26’dan da görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunu trahelerinde tül oluşumu gözlenmiştir. Tül oluşumu suyun oduna difüzyonu engellemiş dolayısıyla da kalınlık artışı oranı azalmış olabilir. Tablo 22 ve 23 incelendiğinde doğu kayını odununda

1 mm²'de trahe sayısının Türkiye meşesi odununda fazla olduğu gözlenecektir. Trahe sayısının fazla olması birim alandaki çeper maddesi miktarını ve dolayısıyla hidroksil gruplarını artıracığından doğu kayını odununda daha fazla şişme olabilir. Türkiye meşesi odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını odununa oranla daha fazla miktarda bulunmaktadır (Tablo 4–6). Passilias ve Vaulgaridis (1999), Bariska ve Pizzi (1986), Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Passilias ve arkadaşları (1995), Vanleemput ve arkadaşlarına (1987) göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır[149–154]. Ayrıca doğu kayını odununda hemiselüloz miktarının Türkiye meşesi odununa göre daha fazla oranda bulunması ve lignin oranının ise daha az oranda bulunması (Tablo 12–14–18) kalınlık artışı oranını artırmış olabilir.

Doğu kayını odunu yongalarında üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %13.42, 24 saat için % 19.52), Kanada kavağı odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranından (2 saat için %11.04, 24 saat için % 16.97) yüksek çıkmıştır. Tablo 21 ve 22'ye bakıldığında doğu kayını odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Çeper kalınlığının fazla olmasından dolayı doğu kayını odununda daha fazla serbest radikaller bulunacağı için su molekülleri bu serbest radikallere daha fazla bağlanıp kalınlık artışı oranını artırabilir. Kanada kavağı odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını odununa oranla daha fazla miktardadır. Passilias ve Vaulgaridis (1999), Bariska ve Pizzi (1986), Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Passilias ve arkadaşları (1995), Vanleemput ve arkadaşlarına (1987) göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır[149–154]. Bu ekstraktif maddelerden ötürü Kanada kavağı odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı azalmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde doğu kayını odununda hemiselüloz oranının, Kanada kavağı odunundan fazla olduğu görülecektir. Bu durum doğu kayını odununun kalınlık artışı oranını negatif bir şekilde etkilemiş olabilir.

Doğu kayını odunu yongalarında üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %13.42, 24 saat için % 19.52), kızılçam odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranından (2 saat için % 9.90, 24 saat için % 14.21) yüksek çıkmıştır. Tablo 20 ve 22'ye bakıldığında doğu kayını odununda tek çeper hücre kalınlığının kızılçam odununa göre daha fazla olduğu görülür. Çeper kalınlığının fazla olmasından dolayı doğu kayını odununda daha fazla serbest radikal bulunacağı için su molekülleri bu serbest

radikallere daha fazla bağlanıp kalınlık artışı oranını yükseltebilir. Doğu kayını odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 25). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 22 incelendiğine doğu kayını odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamdaki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışınları üzerinde bulunan basit geçitlerden suyun difüzyonu daha kolay olduğu için ve özışınları içinde depo edilen besin maddeleri daha hidrofilik olduğu için bünyesinde kızılçama göre daha fazla miktarda özışını paransim hücresi bulunduran doğu kayını odunundan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı yükselmiş olabilir. Kızılçam odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını odununa oranla daha fazla miktardadır. Passilias ve Vaulgaridis (1999), Bariska ve Pizzi (1986), Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Passilias ve arkadaşları (1995), Vanleemput ve arkadaşlarına (1987) göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır[149–154]. Bu ekstraktif maddelerden ötürü kızılçam odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı azalmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde doğu kayını odununda hemiselüloz oranının, kızılçam odunundan fazla olduğu görülecektir. Su molekülleri hemiselülloza daha kolay bağladığı için doğu kayını odunundan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı daha yüksek çıkmış olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, doğu kayını oduna göre fazladır (Tablo 18). Liginin oranının fazla olması kızılçam odununa hidrofobik bir yapı sağlamış ve şişme miktarını azaltmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %12.47, 24 saat için % 18.55), Kanada kavağı odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranından (2 saat için %11.04, 24 saat için % 16.97) yüksek çıkmıştır. Tablo 21 ve 23 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Çeper kalınlığının fazla olmasından dolayı Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı daha yüksek çıkmış olabilir. Yine Tablo 21 ve 23 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda yüksek ve geniş mültiseri özışınları bulunurken, Kanada kavağında ise Türkiye meşesine oranla daha dar ve kısa üniseri özışınları bulunmakta dolayısıyla Türkiye meşesi odunu yapısında bulunan geniş ve yüksek mültiseri özışınları suyun difüzyonunu artırmaktadır. Aynı şekilde Türkiye meşesi odununda 1 mm²'deki özışını sayısı, Kanada kavağı odunundan fazladır. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünlükleri, Kanada kavağı odunundan fazladır (Tablo

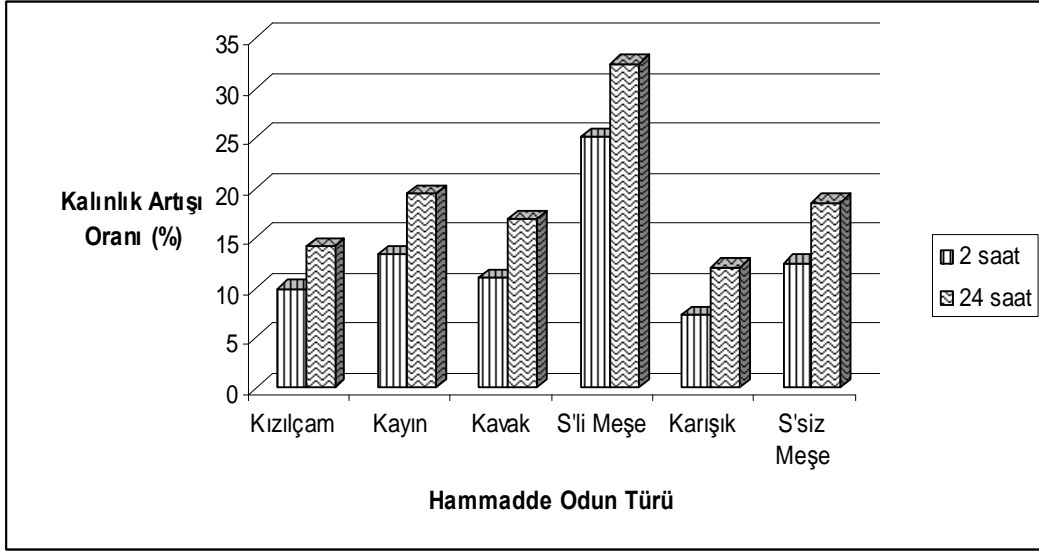
8–10). Kanada kavağı odununun özgül ağırlığı düşük olduğundan hedeflenen levha özgül ağırlığına ulaşmak için yongalevha taslağına daha çok odun hammaddesi girmekte presleme sonrasında daha sıkı ve kompakt yüzeyler elde edilmektedir. Ayrıca yongalevha taslağında fazla sayıda yonga olacağı için daha fazla yapışma yüzeyi elde edilmekte ve daha iyi bir yapışma sağlanabilmektedir [155]. Bu sebeplerden dolayı Kanada kavağı odunundan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı, Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhalarından düşük çıkmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %12.47, 24 saat için % 18.55), kızılçam odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranından (2 saat için % 9.90, 24 saat için % 14.21) yüksek çıkmıştır. Tablo 20 ve 23'e bakıldığında Türkiye meşesi odununda tek çeper hücre kalınlığının kızılçam odununa göre daha fazla olduğu görülür. Çeper kalınlığının fazla olmasından dolayı Türkiye meşesi odununda daha fazla serbest radikal bulunacağı için su molekülleri bu serbest radikallere daha fazla bağlanıp kalınlık artışı oranını yükseltebilir. Türkiye meşesi odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 32). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamdaki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışınları üzerinde bulunan basit geçitlerden suyun difüzyonu daha kolay olduğu için ve özışınları içinde depo edilen besin maddeleri daha hidrofilik olduğu için bünyesinde kızılçama göre daha fazla miktarda özışını paranzim hücresi bulunduran Türkiye meşesi odunundan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı yükselmiş olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 8–10). Kızılçam odununda alkolbenzende çözünen ekstraktif maddeler, Türkiye meşesi odununa oranla daha fazla miktardadır. Passilias ve Vulgaridis (1999), Bariska ve Pizzi (1986), Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Passilias ve arkadaşları (1995), Vanleemput ve arkadaşlarına (1987) göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır [149–154]. Bu ekstraktif maddeden ötürü kızılçam odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı azalmış olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, Türkiye meşesi oduna göre fazladır (Tablo 18). Liginin oranının fazla olması kızılçam odununa hidrofobik bir yapı sağlamış ve şişme miktarını azaltmış olabilir.

Kanada kavağı odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı (2 saat için %11.04, 24 saat için % 16.97), kızılçam odunu yongalarından üretilen

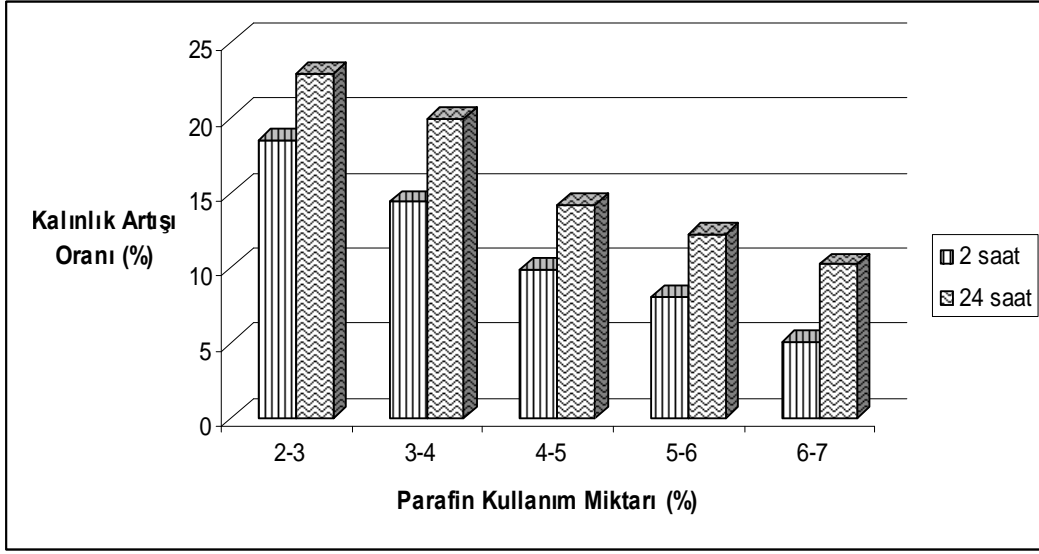
yongalevhaların kalınlık artışı oranından (2 saat için % 9.90, 24 saat için % 14.21) yüksek çıkmıştır. Kızılçam odununda alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, Kanada kavağı odununa oranla daha fazla miktardadır. Passilias ve Vaulgaridis (1999), Bariska ve Pizzi (1986), Borgin ve Carbett (1974), Marshall ve arkadaşları (1974), Passilias ve arkadaşları (1995), Vanleemput ve arkadaşlarına (1987) göre ekstraktif maddeler suya karşı direnci artırmaktadır [149–154]. Bu ekstraktif maddeden ötürü kızılçam odunu yongalarından üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı azalmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde Kanada kavağı odununda hemiselüloz oranının, kızılçam odunundan fazla olduğu görülecektir. Su molekülleri hemiselüloza daha kolay bağlanabildiği için Kanada kavağı odunundan üretilen yongalevhaların kalınlık artışı oranı daha yüksek çıkmış olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, Kanada kavağı oduna göre daha fazladır (Tablo 18). Liginin oranının fazla olması kızılçam odunundan üretilen yongalevhalara hidrofobik bir yapı sağlamış ve şişme miktarını azaltmış olabilir.

En düşük kalınlık artışı oranı ise karışık yongalardan üretilen yongalevhalarından elde edilmiştir (2 saat için % 7.25, 24 saat için %12.11). Karışımda, dış ve orta tabaka yongalarında % 85 oranında kızılçam odunu yongaları kullanılmıştır. Kızılçam odunu yongalarında ekstraktif maddelerin fazla oranda bulunması, yüzey tabakalarında kullanılan Kanada kavağı odunu yongalarının kısa lifli olmasından dolayı kızılçam odunu yongalarının arasını doldurarak ve Kanada kavağı odunu yongalarının özgül ağırlığının düşük olmasından dolayı istenilen özgül ağırlığa ulaşmak için daha fazla yonganın kullanılması sebebiyle daha sıkı bir yüzey oluşturması, karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin kalınlık artışı oranının daha az olmasına neden olabilir. Ayrıca özgül ağırlığı düşük olan Kanada kavağı gibi odun hammaddeleri kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlığa ulaşmak için daha çok hammadde yongalevha taslağına katılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan türlere göre daha fazla miktarda yonga ve daha fazla yapışacak yüzey elde edilir. Bu durumda da daha iyi bir yapışma elde edilir ve suyun yongalevha taslağına difüzyonu zorlaşmış olur [155]. Hammadde odun türünün 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 34'te gösterilmiştir.



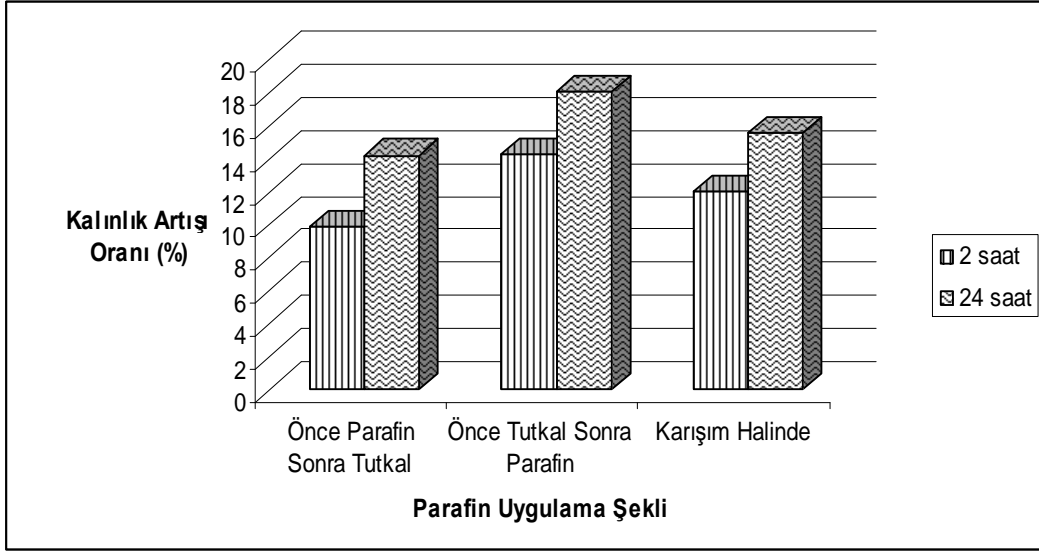
Şekil 34. Hammadde odun türünün 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin kullanım miktarının 2 ve 24 saat kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranı; dış tabakada % 2, orta tabakada % 3 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (2 saat için % 18.51, 24 saat için % 22.96) elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı oranı ise; dış tabakada % 6, orta tabakada % 7 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (2 saat için % 5.06, 24 saat için % 10.23) elde edilmiştir. Parafin kullanım miktarının artışıyla kalınlık artışı oranında azalma olmuştur. Xu ve arkadaşları (2008) ve Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmalarda parafin kullanım miktarı artışıyla, kalınlık artışı oranında azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatüre uygun çıkmıştır [155,156]. Parafin kullanım miktarının 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 35'te gösterilmiştir.



Şekil 35. Parafin kullanım miktarının 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin uygulama şeklinin 2 ve 24 saat kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranı, önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (2 saat için % 9.90, 24 saat için % 14.21), en düşük kalınlık artışı oranı ise önce tutkal sonra parafin uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (2 saat için 14.28, 24 saat için 18.05) elde edilmiştir. Parafin ve tutkal karıştırılıp uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden ise diğer gruplardan elde edilen sonuçların arasında değerler (2 saat için 12.01, 24 saat için 15.57) elde edilmiştir. Önce parafin sonra tutkal püskürtüldüğünde, preslenme sırasında tutkal tabakları birbirine karşılık geldiğinden yapışma daha iyi olabilir. Önce tutkal sonra parafin uygulandığında ise yonga yüzeylerinde ki tutkal tabaklarını parafin tabakaları örttüğü için tutkal bağı oluşumunu engellemiş olabilir. Ayrıca parafin 170 °C'nin üzerinde eriyip, yongaların boşluklarını doldurduğu için iyi bir yapışma sağlayıp suyun yongalevhamın içine difüzyonunu engellemiş olabilir [4]. Parafin uygulama şeklinin 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 36'da gösterilmiştir.



Şekil 36. Parafin uygulama şeklinin 2 ve 24 saate kalınlık artışı üzerine etkisi

4.4. Mekanik Özellikler

4.4.1. Eğilmede Elastikiyet Modülü

En yüksek elastikiyet modülü değerine karışık yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4-5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhalarda (2499.14 N/mm^2) ulaşılrken, en düşük elastikiyet modülü değerine ise sertleştiricili Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4-5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhalarda (982.30 N/mm^2) ulaşılmıştır.

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucu elastikiyet modülü üzerine hammadde odun türünün etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhalarda (2499.14 N/mm^2) ulaşılmıştır. Karışımda dış ve orta tabaka yongalarında % 85 oranında kızılçam odunu yongaları kullanılmıştır. Dış tabakalarda kullanılan Kanada kavağı odunu yongalarının kısa lifli olmasından dolayı kızılçam odunu yongalarının arasını doldurarak ve Kanada kavağı odunu yongalarının özgül ağırlığının düşük olmasından dolayı istenilen özgül ağırlığa ulaşmak için daha fazla yonganın kullanılması sebebiyle daha sıkı bir yüzey oluşturması, karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin elastikiyet modülü değerinin yüksek olmasına neden olabilir. Ayrıca özgül ağırlığı düşük olan Kanada kavağı gibi odun hammaddeleri

kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlığa ulaşmak için daha çok hammadde yongalevha taslağına katılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan türlere göre daha fazla miktarda yonga ve daha fazla yapışacak yüzey elde edilir. Bu durumda da daha iyi bir yapışma elde edilir ve elastikiyet modülü değeri bu sebepten yüksek çıkmış olabilir. Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmada düşük özgül ağırlıktaki odun yongalarının yüzey tabakasında kullanılması olumlu sonuçlar vermiştir [155]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgilerine uygun çıkmıştır.

Türkiye meşesi odunu yongalarından sertleştirici kullanılarak üretilen yongalevhalarla elastikiyet modülü (982.30 N/mm^2), sertleştirici ilave edilmeden Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhaların elastikiyet modülünden (1300.78 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Türkiye meşesi odununun ortalama pH değeri (4.01) diğer türlere göre düşüktür. Sertleştirici ilavesiyle de pH değeri üre formaldehit tutkalı için uygun olan pH:4–5 değerinden daha aşağı değerle düştüğü için sıcak presleme öncesi ön sertleşme meydana gelmiş ve sıcak preslemede istenilen kondenzasyon derecesine ulaşılammış, yeterli yapışma sağlanamadığı içinde elastikiyet modülü değeri düşük çıkmış olabilir [148].

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhalarla, sertleştirici kullanılarak Türkiye meşe odunu yongalarından üretilen yongalevhalarla (982.30 N/mm^2) oranla, elastikiyet modülü daha yüksek (1300.78 N/mm^2) çıkmıştır. Tablo 2’den de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunun pH değeri 4.01’dir ve bu değer üre formaldehit için uygun olan pH:4–5 değerleri arasındadır. pH değerinin uygun aralıkta olmasından dolayı üretilen levhalarda, sertleştiricili levhalardaki gibi ön sertleşme olamamış dolayısıyla da iyi bir yapışma elde edilmiş olabilir. Bunun sonucu olarak ta daha yüksek bir elastikiyet modülü değerine ulaşılmış olabilir.

Kızılçam odunu yongaları ağırlıklı levhaların elastikiyet modülü (1727.46 N/mm^2), doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülünden (1497.11 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Tablo 20 ve 22 incelendiğinde kızılçam odununun, doğu kayını odununa göre daha uzun liflere sahip olduğu görülmektedir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalarla göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Doğu kayını odununda mülterisi özışınları bulunmaktadır (Şekil 25). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 22 incelendiğine

doğu kayını odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamda ki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paranşim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Doğu kayını odununda da özışını paranşim hücreleri, kızılçama göre fazla oranda bulunduğu için, doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri daha düşük çıkmış olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının doğu kayını odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri, doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise doğu kayını odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir bileşen olduğu için doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü düşük çıkmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri (1300.78 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (1727.46 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 20 ve 23 incelendiğinde kızılçam odununun, Türkiye meşesi odununa göre daha uzun liflere sahip olduğu görülmektedir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalarla göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 23'e bakıldığında Türkiye meşesi odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 32). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamdaki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paranşim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paranşim hücreleri, kızılçama göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 8–10). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler preslenme sırasında uçtuğu için hava kaparcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadır. Türkiye meşesi odunundan üretilen yongalevhalarda tutkal bağları bu

sebepten zayıfladığı için elastikiyet modülü değeri düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri düşük bulunmuş olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, Türkiye meşesi oduna göre fazladır (Tablo 18). Lignin oranının fazla olması kızılçam odununa yapısal bir sağlamlık sağlamış ve elastikiyet modülünün yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri (1209.46 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (1727.46 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Düşük özgül ağırlıktaki ağaç hücreleri yongalama sırasında, yongalama bıçaklarının basıncına dayanamayarak parçalanır ve pürüzlü yongalar verirler. Pürüzlü yongalar ise pürüzsüz yongalara nazaran daha düşük yapışma direnci sergilerler. Kanada kavağı da düşük özgül ağırlıkta olduğu için yongalama sırasında pürüzlü yongalar vermiş dolayısıyla da elastikiyet modülü düşük çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 21 incelendiğinde, kızılçam odunun tek çeper hücre kalınlığının, Kanada kavağı odunundan fazla olduğu görülmüştür. Çeper kalınlığının fazla oluşundan dolayı kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülünde yüksek değerler elde edilmiş olabilir. Tablo 20 ve 21'e göre kızılçam odunu, Kanada kavağı odununa göre daha uzun liflere sahiptir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalara göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Kanada kavağı odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri düşük bulunmuş olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının Kanada kavağı odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri, Kanada kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise Kanada kavağı odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir bileşen olduğu için Kanada

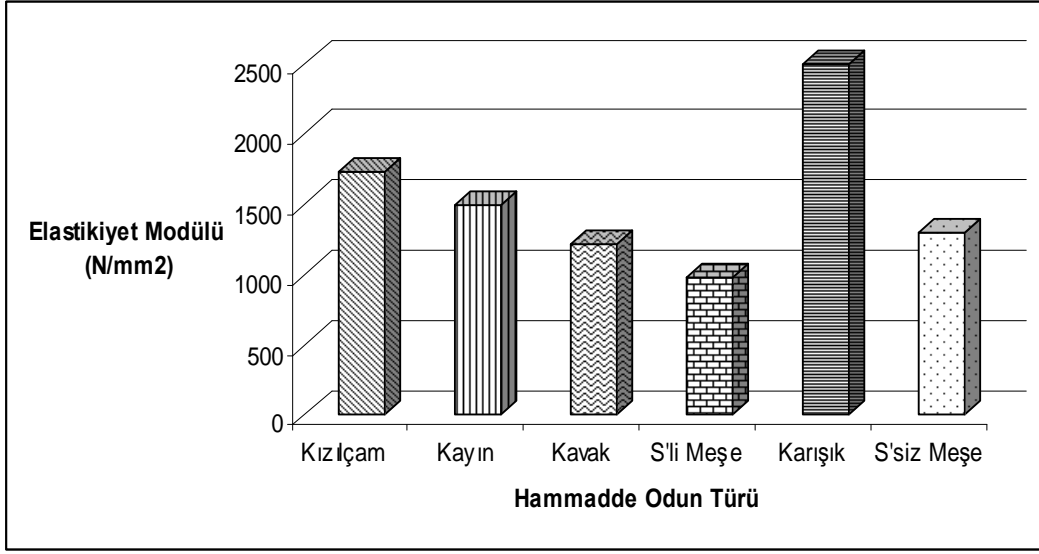
kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü düşük çıkmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri (1300.78 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (1497.11 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Şekil 26'da görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunu trahe hücrelerinde tül oluşumu meydana gelmektedir. Trahe hücrelerinde meydana gelen tül oluşumu, tutkalın nüfuz etmesini engelleyeceği için, yapışmayı olumsuz yönde etkilemiş ve Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerinin düşük çıkmasına sebep olmuş olabilir. Dağınık traheli odunlar halkalı traheli odunlara göre daha yüksek mekanik dirençlere sahip olduğundan doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23'te görüldüğü gibi doğu kayını odunun tek çeper hücre kalınlığı, Türkiye meşesi odunundan fazladır. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği doğu kayını odunundakilerden daha fazladır. Özışını paranşim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paranşim hücreleri, doğu kayınına göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 8–10). +Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'tave alkol-benzende çözünen ekstraktifler, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğu kayını odunun alfa selüloz oranı, Türkiye meşesi odunundan fazladır (Tablo 16). Alfa selüloz oduna mekanik direnç sağlayan bir yapısal bileşen olduğu için doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri yüksek çıkmış olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri (1209.46 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (1497.11 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 21 ve 22'ye bakıldığında doğu kayını odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla

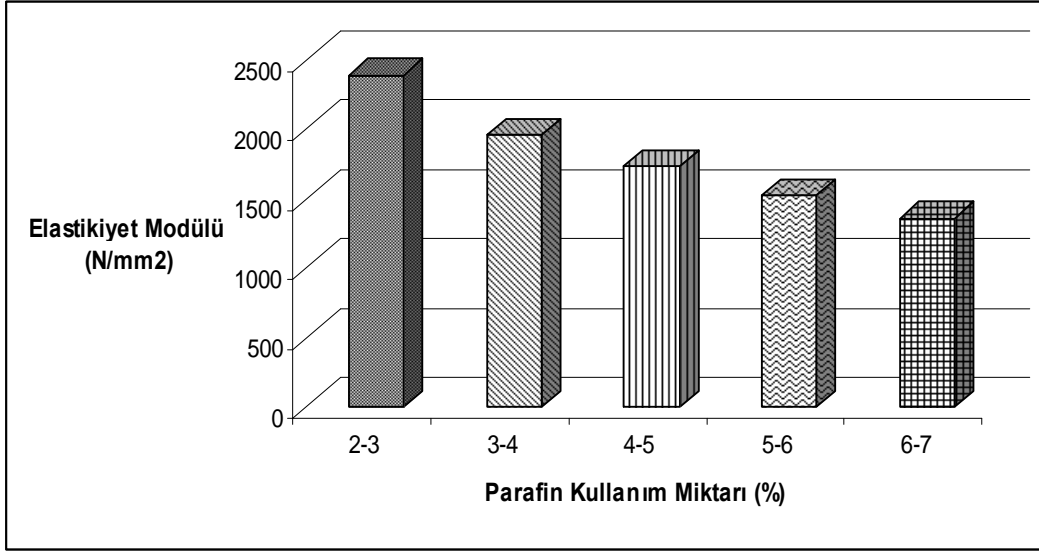
olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Kanada kavağı odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını odununa oranla daha fazla miktardadır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğu kayını odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır (Tablo 18). Lignin oduna mekanik direnç veren bir yapısal eleman olduğu için doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri yüksek bulunmuş olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri (1300.78 N/mm^2), Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (1209.46 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Tablo 21 ve 23 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Türkiye meşesi odunun lif uzunluğu, Kanada kavağı odunun lif uzunluğundan fazladır (Tablo21,23). Lif uzunluğu fazla olan türlerin mekanik direnç özellikleri daha iyi olduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerleri daha yüksek çıkmış olabilir. Tablo 18 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır. Lignin mekanik dirençleri artıran yapısal bir bileşik olduğundan ötürü Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların elastikiyet modülü değerlerini artırmış olabilir. Hammadde odun türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 37'de gösterilmiştir.



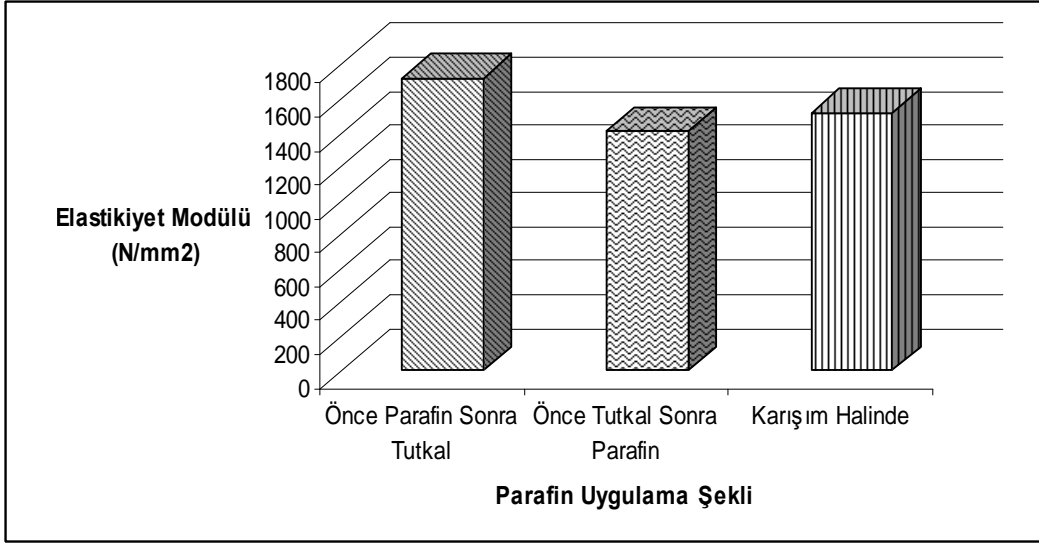
Şekil 37. Hammadde odun türünün elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin kullanım miktarının elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değeri; dış tabakada % 2, orta tabakada % 3 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (2383.42 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük elastikiyet modülü değeri ise; dış tabakada % 6, orta tabakada % 7 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (1354.25 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin kullanım miktarının artışıyla elastikiyet modülü değerinde azalma olmuştur. Xu ve arkadaşları (2008) ve Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmalarda parafin kullanım miktarı artışıyla, elastikiyet modülünde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatüre uygun çıkmıştır [155,156]. Parafin kullanım miktarının elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 38'de gösterilmiştir.



Şekil 38. Parafin kullanım miktarının elastikiyet modülü üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin uygulama şeklinin elastikiyet modülü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değeri, önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (1727.46 N/mm^2), en düşük elastikiyet modülü değeri ise önce tutkal sonra parafin uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (1414.13 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin ve tutkal karıştırılıp uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden ise diğer gruplardan elde edilen sonuçların arasında elastikiyet modülü değeri (1522.32 N/mm^2) elde edilmiştir. Önce parafin sonra tutkal püskürtüldüğünde, preslenme sırasında tutkal tabakları birbirine karşılık geldiğinden yapışma daha iyi olabilir. Önce tutkal sonra parafin uygulandığında ise yonga yüzeylerinde ki tutkal tabaklarını parafin tabakaları örttüğü için tutkal bağı oluşumunu engellemiş olabilir. Bozkurt ve Göker (1985), parafinin $170 \text{ }^\circ\text{C}$ üzerindeki sıcaklıklarda eriyerek yongaların üzerindeki boşlukları doldurup, yapışmayı iyileştirdiğini belirtmişlerdir [4]. Presleme sırasında yongalara belirtilen sıcaklıktan daha fazla sıcaklık uygulandığı için önce parafin uygulanan yongalevha örneklerinde daha iyi bir yapışma elde edilmiş böylece elastikiyet modülü değeri yükselmiş olabilir. Parafin uygulama şeklinin elastikiyet modülü üzerine etkisi Şekil 39’da gösterilmiştir.



Şekil 39. Parafin uygulama şeklinin elastikiyet modülü üzerine etkisi

4.4.2. Eğilme Direnci

En yüksek eğilme direnci değerine karışık yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4–5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhelerde (15.92 N/mm^2) ulaşılırken, en düşük direnci değerine ise sertleştiricili Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4–5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhelerde (8.16 N/mm^2) ulaşılmıştır.

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucu eğilme direnci üzerine hammadde odun türünün etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhelerde (15.92 N/mm^2) ulaşılmıştır. Karışımında dış ve orta tabaka yongalarında % 85 oranında kızılçam odunu yongaları kullanılmıştır. Dış tabakalarda kullanılan Kanada kavağı odunu yongalarının kısa lifli olmasından dolayı kızılçam odunu yongalarının arasını doldurarak ve Kanada kavağı odunu yongalarının özgül ağırlığının düşük olmasından dolayı istenilen özgül ağırlığa ulaşmak için daha fazla yonganın kullanılması sebebiyle daha sıkı bir yüzey oluşturması, karışık yongalardan üretilen yongalevha örneklerinin eğilme direnci değerinin yüksek olmasına neden olabilir. Ayrıca özgül ağırlığı düşük olan Kanada kavağı gibi odun hammaddeleri kullanıldığında hedeflenen özgül ağırlığa ulaşmak için daha çok hammadde yongalevha taslağına katılması gerekir ki bu durumda yongalevha taslağında özgül ağırlığı yüksek olan türlere göre daha

fazla miktarda yonga ve daha fazla yapışacak yüzey elde edilir. Bu durumda da daha iyi bir yapışma elde edilir ve eğilme direnci değeri bu sebepten yüksek çıkmış olabilir. Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmada düşük özgül ağırlıktaki odun yongalarının yüzey tabakasında kullanılması olumlu sonuçlar vermiştir [155]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgilerine uygun çıkmıştır.

Türkiye meşesi odunu yongalarından sertleştirici kullanılarak üretilen yongalevhelerde eğilme direnci (8.16 N/mm^2), sertleştirici ilave edilmeden Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerin eğilme direncinden (11.04 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Türkiye meşesi odununun ortalama pH değeri (4.01) diğer türlere göre düşüktür. Sertleştirici ilavesiyle de pH değeri üre formaldehit tutkalı için uygun olan pH:4–5 değerinden daha aşağı değerle düştüğü için sıcak presleme öncesi ön sertleşme meydana gelmiş ve sıcak preslemede istenilen kondenzasyon derecesine ulaşılamamış, yeterli yapışma sağlanamadığı içinde eğilme direnci değeri düşük çıkmış olabilir [148].

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerde, sertleştirici kullanılarak Türkiye meşe odunu yongalarından üretilen yongalevhelere (8.16 N/mm^2) oranla, eğilme direnci daha yüksek (11.04 N/mm^2) çıkmıştır. Tablo 2’den de görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunun pH değeri 4.01’dir ve bu değer üre formaldehit için uygun olan pH:4–5 değerleri arasındadır. pH değerinin uygun aralıkta olmasından dolayı üretilen levhalarda, sertleştiricili levhalardaki gibi ön sertleşme olamamış dolayısıyla da iyi bir yapışma elde edilmiş olabilir. Bunun sonucu olarak ta daha yüksek bir eğilme direnci değerine ulaşılmış olabilir.

Kızılçam odunu yongaları ağırlıklı levhaların eğilme direnci (13.31 N/mm^2), doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin eğilme direncinden (12.07 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Tablo 20 ve 22 incelendiğinde kızılçam odununun, doğu kayını odununa göre daha uzun liflere sahip olduğu görülmektedir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhelerin mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhelere göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhelerin eğilme direnci değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Doğu kayını odununda mülterisi özışınları bulunmaktadır (Şekil 25). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 22 incelendiğine doğu kayını odunundaki mülterisi özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamda ki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paranzim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Doğu kayını odununda da özışını paranzim

hücreleri, kızılçamı göre fazla oranda bulunduğu için, doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının doğu kayını odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri, doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise doğu kayını odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir bileşen olduğu için doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların eğilme direnci düşük çıkmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri (11.04 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (13.31 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 20 ve 23 incelendiğinde kızılçam odununun, Türkiye meşesi odununa göre daha uzun liflere sahip olduğu görülmektedir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değeri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalarla göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 23'e bakıldığında Türkiye meşesi odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır(Şekil 32). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamdaki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paransim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paransim hücreleri, kızılçama göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 8–10). Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, Türkiye meşesi oduna göre fazladır (Tablo 18). Liginin oranının fazla olması

kızılçam odununa yapısal bir sağlamlık sağlamış ve eğilme direncinin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri (10.27 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (13.31 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Düşük özgül ağırlıktaki ağaç hücreleri yongalama sırasında, yongalama bıçaklarının basıncına dayanamayarak parçalanır ve pürüzlü yongalar verirler. Pürüzlü yongalar ise pürüzsüz yongalara nazaran daha düşük yapışma direnci sergilerler. Kanada kavağı da düşük özgül ağırlıkta olduğu için yongalama sırasında pürüzlü yongalar vermiş dolayısıyla da eğilme direnci düşük çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 21 incelendiğinde, kızılçam odunun tek çeper hücre kalınlığının, Kanada kavağı odunundan fazla olduğu görülmüştür. Çeper kalınlığının fazla oluşundan dolayı kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci yüksek değerler elde edilmiş olabilir. Tablo 20 ve 21'e göre kızılçam odunu, Kanada kavağı odununa göre daha uzun liflere sahiptir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalara göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Kanada kavağı odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının Kanada kavağı odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri, Kanada kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise Kanada kavağı odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir bileşen olduğu için Kanada kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların eğilme direnci düşük çıkmış olabilir.

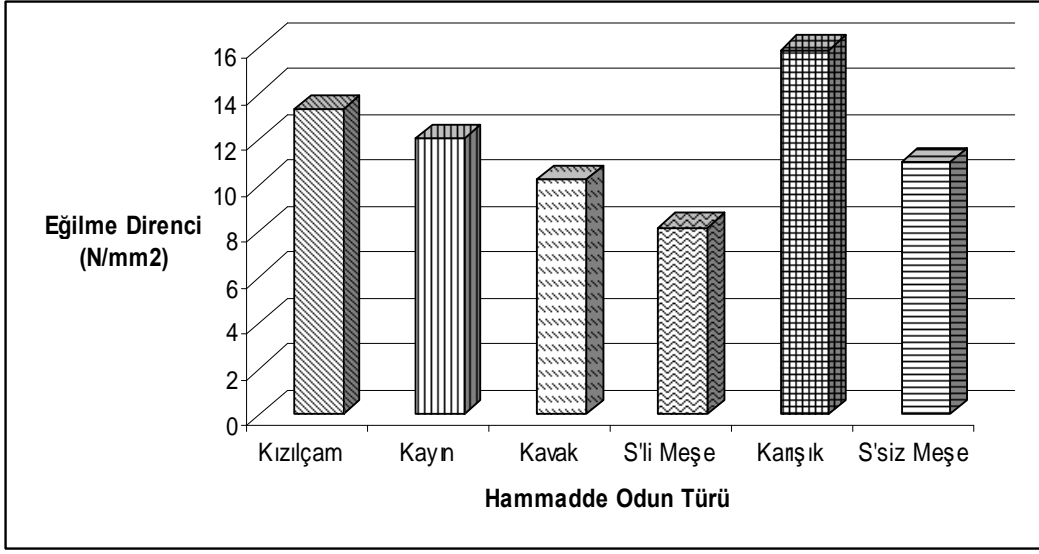
Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri (11.04 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (12.07 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Şekil 26'da görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunu trahe hücrelerinde tül oluşumu meydana

gelmektedir. Trahe hücrelerinde meydana gelen tül oluşumu, tutkalın nüfuz etmesini engelleyeceği için, yapışmayı olumsuz yönde etkilemiş ve Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerinin düşük çıkmasına sebep olmuş olabilir. Dağınık traheli odunlar halkalı traheli odunlara göre daha yüksek mekanik dirençlere sahip olduğundan doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23'te görüldüğü gibi doğu kayını odunun tek çeper hücre kalınlığı, Türkiye meşesi odunundan fazladır. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği doğu kayını odunundakilerden daha fazladır. Özışını paranzim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paranzim hücreleri, doğu kayınına göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 8–10). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler preslenme sırasında uçtuğu için hava kaparcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadır. Türkiye meşesi odunundan üretilen yongalevhalarda tutkal bağları bu sebepten zayıfladığı için eğilme direnci değeri düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktifler, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğu kayını odunun alfa selüloz oranı, Türkiye meşesi odunundan fazladır (Tablo 16). Alfa selüloz oduna mekanik direnç sağlayan bir yapısal bileşen olduğu için doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri yüksek çıkmış olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci (10.27 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (12.07 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 21 ve 22'ye bakıldığında doğu kayını odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Kanada kavağı odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını

odununa oranla daha fazla miktardadır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğu kayını odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır (Tablo 18). Lignin oduna mekanik direnç veren bir yapısal eleman olduğu için doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri (11.04 N/mm^2), Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (10.27 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Tablo 21 ve 23 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Türkiye meşesi odunun lif uzunluğu, Kanada kavağı odunun lif uzunluğundan fazladır (Tablo21,23). Lif uzunluğu fazla olan türlerin mekanik direnç özellikleri daha iyi olduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerleri daha yüksek çıkmış olabilir. Tablo 18 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır. Lignin mekanik dirençleri artıran yapısal bir bileşik olduğundan ötürü Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direnci değerlerini artırmış olabilir. Hammadde odun türünün eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 40'da gösterilmiştir.

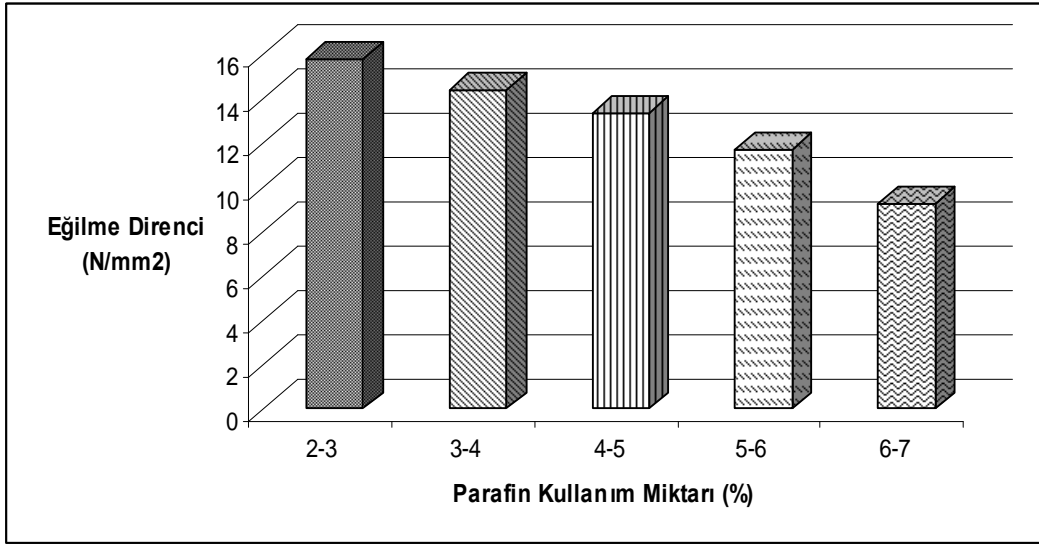


Şekil 40. Hammadde odun türünün eğilme direnci üzerine etkisi

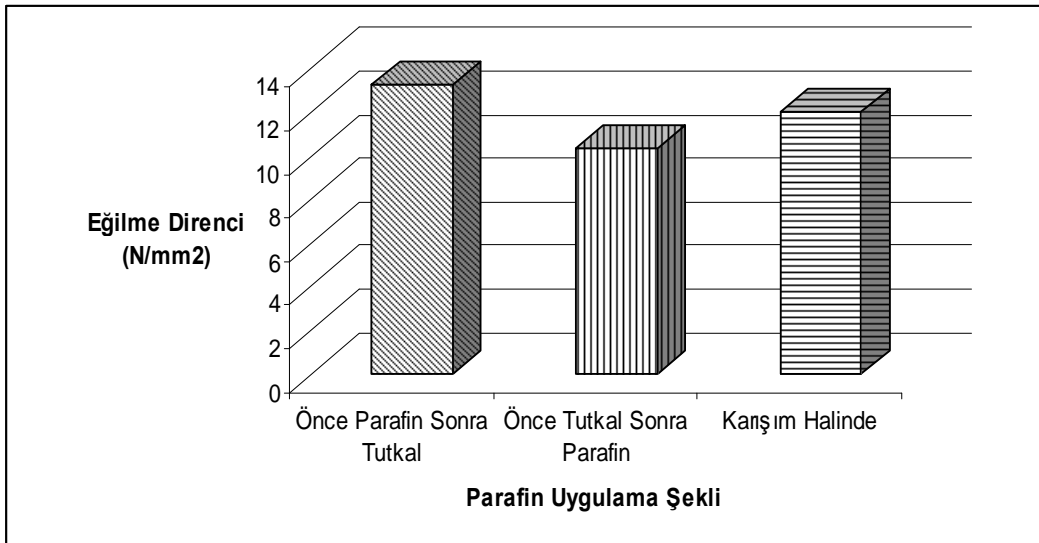
Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin kullanım miktarının eğilme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri; dış tabakada % 2, orta tabakada % 3 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (15.75 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değeri ise; dış tabakada % 6, orta tabakada % 7 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (9.28 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin kullanım miktarının artışıyla eğilme direnci değerinde azalma olmuştur. Xu ve arkadaşları (2008) ve Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmalarda parafin kullanım miktarı artışıyla, eğilme direncinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatüre uygun çıkmıştır [155,156]. Parafin kullanım miktarının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 41'de gösterilmiştir.

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin uygulama şeklinin eğilme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek eğilme direnci değeri, önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (13.31 N/mm^2), en düşük eğilme direnci değeri ise önce tutkal sonra parafin uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (10.34 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin ve tutkal karıştırılıp uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden ise diğer gruplardan elde edilen sonuçların arasında eğilme direnci değeri (12.05 N/mm^2) elde edilmiştir. Önce parafin sonra tutkal püskürtüldüğünde, preslenme sırasında tutkal tabakları birbirine karşılık geldiğinden yapışma daha iyi olabilir. Önce tutkal sonra parafin

uygulandığında ise yonga yüzeylerinde ki tutkal tabaklarını parafin tabakaları örttüğü için tutkal bağı oluşumunu engellemiş olabilir. Yapılan bir çalışmada; parafinin 170 °C üzerindeki sıcaklıklarda eriyerek yongaların üzerindeki boşlukları doldurup, yapışmayı iyileştirdiği belirtilmiştir [4]. Presleme sırasında yongalara belirtilen sıcaklıktan daha fazla sıcaklık uygulandığı için önce parafin uygulanan yongalevha örneklerinde daha iyi bir yapışma elde edilmiş böylece eğilme direnci değeri yükselmiş olabilir. Parafin uygulama şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 42’de gösterilmiştir.



Şekil 41. Parafin kullanım miktarının eğilme direnci üzerine etkisi



Şekil 42. Parafin uygulama şeklinin eğilme direnci üzerine etkisi

4.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine karışık yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4–5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhelerde (0.571 N/mm^2) ulaşılırken, en düşük yüzeye dik çekme direnci değerine ise sertleştiricili Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan, parafin kullanım miktarı % 4–5, parafin uygulama şekli ise önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen yongalevhelerde (0.123 N/mm^2) ulaşılmıştır.

Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucu yüzeye dik çekme direnci üzerine hammadde odun türünün etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhelerde (0.571 N/mm^2) ulaşılmıştır. Karışımında dış ve orta tabaka yongalarında % 85 oranında kızılçam odunu yongaları kullanılmıştır. Özgöl ağırlığı yüksek ağaç türlerinin, yongalevhanın orta tabakasında kullanılması yüzeye dik çekme direncini artırır. Karışık yongaların kullanılmasıyla üretilen yongalevha örneklerinde orta tabakada özgül ağırlığı yüksek olan doğu kayını odunu yongaları % 15 oranında kullanılmıştır. Orta tabakada kullanılan doğu kayını odunu yongaları karışık yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direncini artırmış olabilir. Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmada yüksek özgül ağırlıktaki odun yongalarının orta tabakada kullanılması olumlu sonuçlar vermiştir [155]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgilerine uygun çıkmıştır.

Türkiye meşesi odunu yongalarından sertleştirici kullanılarak üretilen yongalevhelerde yüzeye dik çekme direnci (0.123 N/mm^2), sertleştirici ilave edilmeden Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direncinden (0.250 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Türkiye meşesi odununun ortalama pH değeri (4.01) diğer türlere göre düşüktür. Sertleştirici ilavesiyle de pH değeri üre formaldehit tutkalı için uygun olan pH:4–5 değerinden daha aşağı değerle düştüğu için sıcak presleme öncesi ön sertleşme meydana gelmiş ve sıcak preslemede istenilen kondenzasyon derecesine ulaşılamamış, yeterli yapışma sağlanamadığı içinde yüzeye dik çekme direnci değeri düşük çıkmış olabilir [148].

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerde, sertleştirici kullanılarak Türkiye meşe odunu yongalarından üretilen yongalevhelere (0.123 N/mm^2) oranla, eğilme direnci daha yüksek (0.250 N/mm^2) çıkmıştır. Tablo 2’den de görüldüğu gibi Türkiye meşesi odunun pH değeri 4.01’dir ve bu

değer üre formaldehit için uygun olan pH:4–5 değerleri arasındadır. pH değerinin uygun aralıkta olmasından dolayı üretilen levhalarda, sertleştiricili levhalardaki gibi ön sertleşme olamamış dolayısıyla da iyi bir yapışma elde edilmiş olabilir. Bunun sonucu olarak ta daha yüksek bir yüzeye dik çekme direnci değerine ulaşılmış olabilir.

Kızılçam odunu yongaları ağırlıklı levhaların eğilme direnci (0.409 N/mm^2), doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların eğilme direncinden (0.297 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Doğu kayını odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 25). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 22 incelendiğine doğu kayını odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamda ki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paranşim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Doğu kayını odununda da özışını paranşim hücreleri, kızılçama göre fazla oranda bulunduğu için, doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının doğu kayını odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri, doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise doğu kayını odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir bileşen olduğu için doğu kayını odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci düşük çıkmış olabilir.

Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri (0.250 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (0.409 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 20 ve 23 incelendiğinde kızılçam odununun, Türkiye meşesi odununa göre daha uzun liflere sahip olduğu görülmektedir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalara göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 23'e bakıldığında Türkiye meşesi odununda mültiseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 32). Kızılçam odununda ise üniseri özışınları bulunmaktadır (Şekil 15–16). Tablo 20 ve 23 incelendiğine

Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği kızılçamdaki üniseri özışınlarına göre daha fazladır. Özışını paranşim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paranşim hücreleri, kızılçama göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 8–10). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler preslenme sırasında uçtuğu için hava kaparcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadır. Türkiye meşesi odunundan üretilen yongalevhalarda tutkal bağları bu sebepten zayıfladığı için yüzeye dik çekme direnci değeri düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Kızılçam odununda lignin oranı, Türkiye meşesi oduna göre fazladır (Tablo 18). Liginin oranının fazla olması kızılçam odununa yapısal bir sağlamlık sağlamış ve yüzeye dik çekme direncinin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri (0.210 N/mm^2), kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (0.409 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Düşük özgül ağırlıktaki ağaç hücreleri yongalama sırasında, yongalama bıçaklarının basıncına dayanamayarak parçalanır ve pürüzlü yongalar verirler. Pürüzlü yongalar ise pürüzsüz yongalara nazaran daha düşük yapışma direnci sergilerler. Kanada kavağı da düşük özgül ağırlıkta olduğu için yongalama sırasında pürüzlü yongalar vermiş dolayısıyla da yüzeye dik çekme direnci düşük çıkmış olabilir. Tablo 20 ve 21 incelendiğinde, kızılçam odunun tek çeper hücre kalınlığının, Kanada kavağı odunundan fazla olduğu görülmüştür. Çeper kalınlığının fazla oluşundan dolayı kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci yüksek değerler elde edilmiş olabilir. Tablo 20 ve 21'e göre kızılçam odunu, Kanda kavağı odununa göre daha uzun liflere sahiptir. Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalara göre daha yüksek çıkmaktadır. Kızılçam odunundan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri de bu sebepten dolayı yüksek çıkmış olabilir. Kanada kavağı odununda % 1'lik NaOH'ta çözünen ekstraktifler, kızılçam

odunundan fazladır (Tablo 6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Tablo 14,16,18, incelendiğinde kızılçam odununda selüloz, alfa selüloz ve lignin oranlarının Kanada kavağı odununa göre daha fazla oranda bulunduğu görülecektir. Selüloz, alfa selüloz ve lignin odunun mekanik direnç değerlerini artıran yapısal bileşenler olduğu için kızılçam odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme yüzeye dik çekme direnci değerleri, Kanada kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhalarından yüksek çıkmış olabilir. Tablo 12 ve 14 incelendiğinde ise Kanada kavağı odununda hemiselüloz oranının kızılçam odunundan fazla olduğu görülmektedir. Hemiselüloz odunda mekanik direnç değerlerini düşüren bir yapısal bileşen olduğu için Kanada kavağı odunu yongaları ağırlıklı üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci düşük çıkmış olabilir.

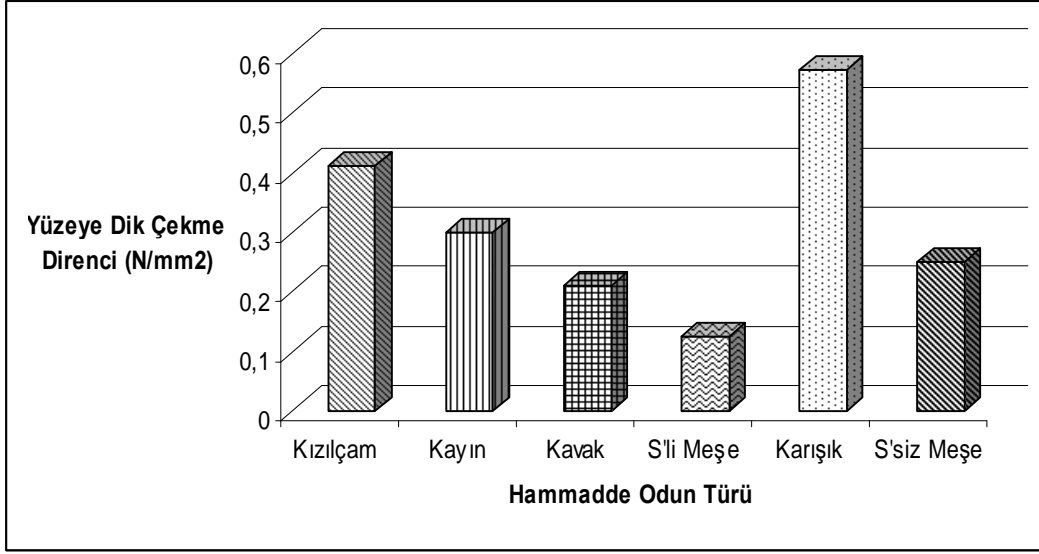
Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri (0.250 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalarından (0.297 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Şekil 26'da görüldüğü gibi Türkiye meşesi odunu trahe hücrelerinde tül oluşumu meydana gelmektedir. Trahe hücrelerinde meydana gelen tül oluşumu, tutkalın nüfuz etmesini engelleyeceği için, yapışmayı olumsuz yönde etkilemiş ve Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerinin düşük çıkmasına sebep olmuş olabilir. Dağınık traheli odunlar halkalı traheli odunlara göre daha yüksek mekanik dirençlere sahip olduğundan doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23'te görüldüğü gibi doğu kayını odunun tek çeper hücre kalınlığı, Türkiye meşesi odunundan fazladır. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Tablo 22 ve 23 incelendiğine Türkiye meşesi odunundaki mültiseri özışını yüksekliği ve genişliği doğu kayını odunundakilerden daha fazladır. Özışını paranzim hücreleri ince çeperli zayıf hücreler olduğu için odunun mekanik dirençlerini düşürmektedir [157]. Türkiye meşesi odununda özışını paranzim hücreleri, doğu kayınına göre fazla oranda bulunduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değeri daha düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odunundaki sıcak ve soğuk su çözünürlükleri, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 8–10). Sıcak ve soğuk suda çözünen ekstraktif maddeler

preslenme sırasında uçtuğu için hava kaparcıkları oluşturmakta ve tutkal bağlarını zayıflatmaktadır. Türkiye meşesi odunundan üretilen yongalevhelerde tutkal bağları bu sebepten zayıfladığı için yüzeye dik çekme direnci değeri düşük çıkmış olabilir. Türkiye meşesi odununda % 1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktifler, doğu kayını odunundan fazladır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğru kayını odunun alfa selüloz oranı, Türkiye meşesi odunundan fazladır (Tablo 16). Alfa selüloz oduna mekanik direnç sağlayan bir yapısal bileşen olduğu için doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değeri yüksek çıkmış olabilir.

Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin eğilme direnci (0.210 N/mm^2), doğu kayını odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerden (0.297 N/mm^2) düşük çıkmıştır. Tablo 21 ve 22'ye bakıldığında doğu kayını odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Kanada kavağı odununda %1'lik NaOH'ta ve alkol-benzende çözünen ekstraktif maddeler, doğu kayını odununa oranla daha fazla miktardadır (Tablo 4,6). Ekstraktif maddeler yapışmayı olumsuz yönde etkilediği için Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değeri düşük bulunmuş olabilir. Doğru kayını odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır (Tablo 18). Lignin oduna mekanik direnç veren bir yapısal eleman olduğu için doğu kayını ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir.

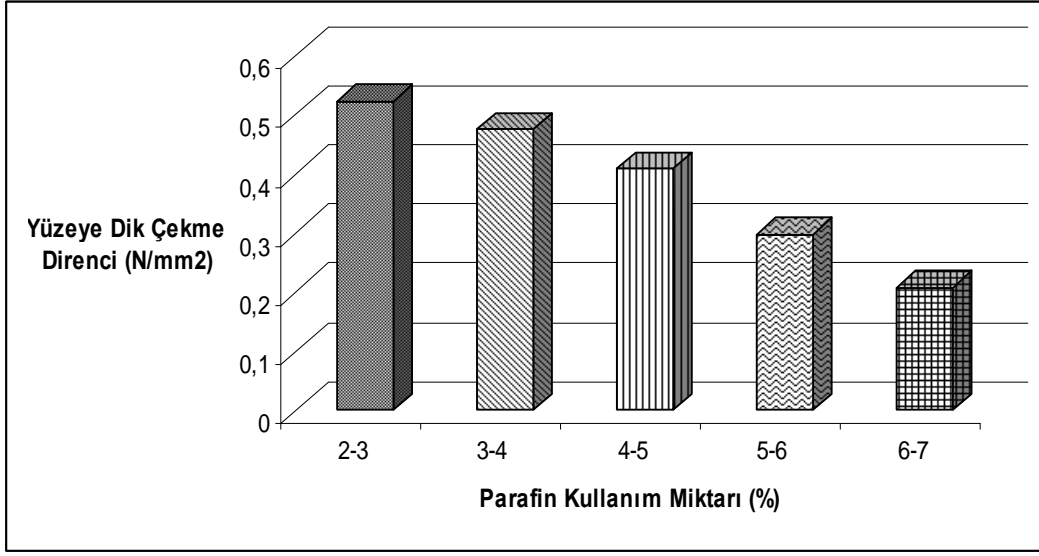
Sertleştirici kullanılmadan Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri (0.250 N/mm^2), Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerden (0.210 N/mm^2) yüksek çıkmıştır. Tablo 21 ve 23 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda tek çeper hücre kalınlığının Kanada kavağı odununa göre daha fazla olduğu görülür. Hücre çeper maddesi oduna mekanik direnç sağladığından Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri yüksek bulunmuş olabilir. Türkiye meşesi odunun lif uzunluğu, Kanada kavağı odunun lif uzunluğundan fazladır (Tablo21,23). Lif uzunluğu fazla olan türlerin mekanik direnç özellikleri daha iyi olduğu için, Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerin yüzeye dik çekme direnci değerleri daha

yüksek çıkmış olabilir. Tablo 18 incelendiğinde Türkiye meşesi odununda lignin miktarı, Kanada kavağından fazladır. Lignin mekanik dirençleri artıran yapısal bir bileşik olduğundan ötürü Türkiye meşesi odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerini artırmış olabilir. Hammadde odun türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 43'te gösterilmiştir.



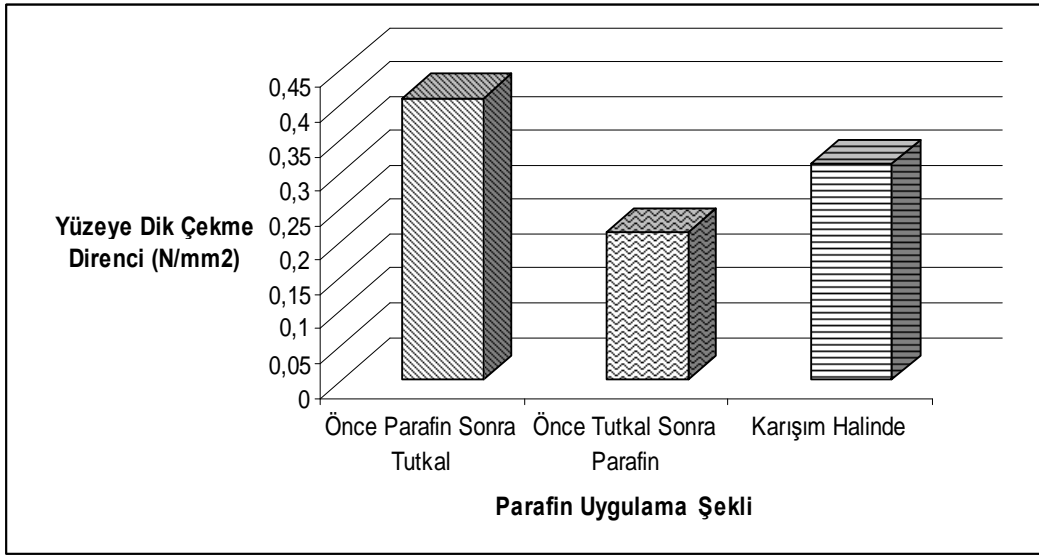
Şekil 43. Hammadde odun türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin kullanım miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri; dış tabakada % 2, orta tabakada % 3 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (0.524 N/mm^2) elde edilmiştir. En düşük yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ise; dış tabakada % 6, orta tabakada % 7 parafin kullanılarak üretilen yongalevha örneklerinde (0.209 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin kullanım miktarının artışıyla yüksek yüzeye dik çekme direnci değerinde azalma olmuştur. Xu ve arkadaşları (2008) ve Akbulut (1995) tarafından yapılan çalışmalarda parafin kullanım miktarı artışıyla, yüksek yüzeye dik çekme direncinde azalma meydana geldiği tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatüre uygun çıkmıştır [155,156]. Parafin kullanım miktarının yüksek yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 44'te gösterilmiştir.



Şekil 44. Parafin kullanım miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu parafin uygulama şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri, önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (0.409 N/mm^2), en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ise önce tutkal sonra parafin uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden (0.213 N/mm^2) elde edilmiştir. Parafin ve tutkal karıştırılıp uygulanarak üretilen yongalevha örneklerinden ise diğer gruplardan elde edilen sonuçların arasında yüzeye dik çekme direnci değeri (0.314 N/mm^2) elde edilmiştir. Önce parafin sonra tutkal püskürtüldüğünde, preslenme sırasında tutkal tabakları birbirine karşılık geldiğinden yapışma daha iyi olabilir. Önce tutkal sonra parafin uygulandığında ise yonga yüzeylerinde ki tutkal tabaklarını parafin tabakaları örttüğü için tutkal bağı oluşumunu engellemiş olabilir. Bozkurt ve Göker (1985), parafinin $170 \text{ }^\circ\text{C}$ üzerindeki sıcaklıklarda eriyerek yongaların üzerindeki boşlukları doldurup, yapışmayı iyileştirdiğini belirtmişlerdir [4]. Presleme sırasında yongalara belirtilen sıcaklıktan daha fazla sıcaklık uygulandığı için önce parafin uygulanan yongalevha örneklerinde daha iyi bir yapışma elde edilmiş böylece yüzeye dik çekme direnci değeri yükselmiş olabilir. Parafin uygulama şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 45'te gösterilmiştir.



Şekil 45. Parafin uygulama şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

5. SONUÇLAR

5.1. Kimyasal Özellikler

5.1.1. pH

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün pH değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilirken, Kanada kavağı ve doğu kayını odunlarının pH değerleri arasında istatistiksel olarak fark bulunmamıştır.

2. En yüksek pH değerine Kanada kavağı odununda, en düşük pH değerine ise Türk meşesi odununda ulaşılmıştır.

5.1.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün alkol-benzende çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek alkol-benzen çözünürlük değeri kızılçam odununda, en düşük alkol-benzen çözünürlük değeri ise doğu kayını odununda tespit edilmiştir.

5.1.3. % 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri Türkiye meşesi odununda, en düşük % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değeri ise doğu kayını odununda tespit edilmiştir.

5.1.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün sıcak su çözünürlüğü değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek sıcak su çözünlüğü değeri Türkiye meşesi odununda, en düşük sıcak su çözünlüğü değeri ise Kanada kavağı odununda tespit edilmiştir.

5.1.5. Soğuk Su Çözünlüğü

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün soğuk su çözünlüğü değeri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek soğuk su çözünlüğü değeri Türkiye meşesi odununda, en düşük soğuk su çözünlüğü değeri ise Kanada kavağı odununda tespit edilmiştir.

5.1.6. Holoselüloz

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün holoselüloz oranı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek holoselüloz oranı Kanada kavağı odununda, en düşük holoselüloz oranı ise kızılçam odununda tespit edilmiştir.

5.1.7. Selüloz

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün selüloz oranı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek selüloz oranı kızılçam odununda, en düşük selüloz oranı ise doğu kayını odununda tespit edilmiştir.

5.1.8. Alfa Selüloz

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün alfa selüloz oranı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

2. En yüksek alfa selüloz oranı kızılçam odununda, en düşük alfa selüloz oranı ise Türkiye meşesi odununda tespit edilmiştir.

5.1.9. Lignin

1. Yapılan istatistiksel çalışmalar sonucunda hammadde odun türünün lignin oranı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

2. En yüksek lignin oranı kızılçam odununda, en düşük lignin oranı ise Kanada kavağı odununda tespit edilmiştir.

5.2. Anatomik Özellikler

5.2.1. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Odunun Anatomik Özellikleri

1. Yıllık halka sınırı belirgindir ve ilkbahar yaz odunu geçişi anidir.
2. Reçine kanalları ilkbahar odunu zonunda yer almaktadır.
3. Boyuna traheitlerin radyal çeperlerindeki kenarlı geçitler çoğunlukla üniseridir.
4. Boyuna traheit uzunluğu 4219.23 μm , boyuna traheit genişliği 39.37 μm , boyuna traheit lümen genişliği 28.65 μm , tek çeper hücre kalınlığı 5.59 μm 'dir.
5. İlkbahar odunu boyuna traheit teğet çapı 35.48 μm , İlkbahar odunu boyuna traheit radyal çapı 34.38 μm 'dir.
6. Yaz odunu boyuna traheit teğet çapı 16.57 μm , yaz odunu boyuna traheit radyal çapı 8.59 μm 'dir.
7. 1 mm^2 'de boyuna traheit sayısı 320.64 / 562.56 adettir.
8. Enine traheitlerin çeperleri ince ve kısa dış şeklinde kalınlaşmıştır.
9. Enine traheitlerin horizontal (yatay) ve vertikal (dikey) çeperlerinde kenarlı geçitler mevcuttur.
10. Karşılaşma yerlerinde pinoid tip geçitler vardır.
11. Bu taksonun özışınları heterojen ve üniseridir.
12. Özışını paranşim hücrelerinde basit geçitler bulunmaktadır.
13. Özışını yüksekliği 207.52 μm , özışını genişliği 23.37 μm , 1 mm 'de özışını sayısı 53.76 ve 1 mm^2 'de özışını sayısı 320.64 / 562.56 adettir.

5.2.2. Kanada Kavağı (*Populus canadensis* Moench) Odununun Anatomik Özellikleri

1. Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişi dağınıktır.
2. Traheler yıllık halka içinde genellikle radyal yönde grup yapar.
3. Tek tek olan trahelerin enine kesitleri köşelidir.
4. Trahelerin yan çeperlerinde bulunan kenarlı geçitler almaçlıdır.
5. Perforasyon tablası basittir.
6. Trahe hücre uzunluğu 691.36 μm , trahe teğet çapı 53.60 μm , trahe radyal çapı 72.41 μm 'dir.
7. 1 mm^2 de trahe sayısı 106.68 adettir.
8. Traheit lifleri, libriform lifleri ve az oranda vasisentrik traheitler bulunmaktadır.
10. Libriform lifleri basit geçitlere, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler ise kenarlı geçitlere sahiptir.
11. Lif uzunluğu 1031.22 (1388.59–701.41) μm , lif genişliği 24.68 μm , lif lümen genişliği 18.57 μm ve lif çeper kalınlığı 2.86 μm 'dir.
13. Özışınlarının tipi üniseri homoselüler, homojen TIP III şeklindedir.
14. Trahe-özışını geçitleri bal peteği şeklindedir.
15. 1 mm^2 de özışını sayısı 5 adet, 1 mm^2 de özışını sayısı 19.16 adet, üniseri öz ışını yüksekliği 295.62 μm , üniseri öz ışını genişliği 14.34 μm 'dir.

5.2.3. Doğu Kayını (*Fagus orientalis* Lipsky.) Odununun Anatomik Özellikleri

1. Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişi dağınıktır.
2. İlkbahar yaz odunu sınırı belli olmamasına rağmen yıllık halkalar belirgindir.
3. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerine küçük boyutludur ve tek tek dağılır.
4. Trahelerde gruplaşma oblik yönde ve küme şeklindedir.
5. Perforasyon tablası merdiven şeklindedir.
6. Perforasyon tablası merdiven şeklindedir.
7. Trahe hücre uzunluğu 425.67 μm , trahe teğet çapı 35.60 μm , trahe radyal çapı μm 'dir.
8. 1 mm^2 de trahe sayısı 88.72 adettir.

9. Libriform lifi, traheit lifi ve vasisentrik traheitler bulunmaktadır.
10. Libriform liflerinde basit geçitler bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir.
11. Vasisentrik traheitler ilkbahar odunu trahelerinin çevresinde bulunmaktadır.
12. Lif uzunluğu 931.45 μm , lif genişliği 23.47 μm , lif lümen genişliği 5.62 μm ve lif çeper kalınlığı 9.57 μm 'dir.
13. Özışınlarının tipi üniseri ve mültiseri homoselüler, homojen TIP I şeklindedir.
14. Özışınlarının genişlikleri arttıkça yükseklikleri de artmaktadır.
15. Enine kesitte mültiseri özışınları yıllık halka sınırında genişlemektedir.
16. 1 mm'de özışını sayısı 6.24 adet, 1 mm²'de özışını sayısı 26.76 adet, mültiseri özışını yüksekliği 737.07 μm , mültiseri özışını genişliği 133.62 μm 'dir.
17. Boyuna paranzim Apotrahel-kesik zincir şeklindedir.

5.2.4. Türkiye Meşesi (*Quercus cerris* L. var. *cerris*) Odununun Anatomik Özellikleri

1. Yıllık halkalar belirgindir.
2. Yaz odunu traheleri ilkbahar odunu trahelerinden itibaren radyal ve oblik yönde yıllık halkaların sonuna doğru küçülerek ilerler.
3. Trahelerin çeperleri kalındır ve yıllık halka içinde tek tek bulunur ve grup oluşturmamışlardır.
4. Trahelerde tül oluşumu gözlenmiştir.
5. Trahelerin yan çeperlerinde bulunan kenarlı geçitler daire şeklinde ve almaçlıdır.
6. Perforasyon tablası basittir.
7. Trahe hücre uzunluğu 399.96 μm , ilkbahar odunu trahe teğet çapı 191.74 μm , ilkbahar odunu radyal çapı 221.55 μm , yaz odunu trahe teğet çapı 28.46 μm 'dir.
8. Yaz odunu trahe teğet çapı 28.46 μm , yaz odunu trahe radyal çapı 28.27 μm 'dir.
9. 1 mm²'de trahe sayısı 3.48/69.44 adettir.
10. Libriform lifi, traheit lifi ve vasisentrik traheitler bulunmaktadır.
11. Vasisentrik traheitler çok kalın çeperlidir.
12. Libriform liflerinde basit geçitler bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir.

13. Lif uzunluğu 1112.93 μm , lif genişliği 23.04 μm , lif lümen genişliği 6.38 μm ve lif çeper kalınlığı 8.33 μm 'dir.

14. Özışınlarının tipi üniseri ve mültiseri homoselüler, homojen TIP I şeklindedir.

15. 1 mm'de özışını sayısı 7.96 adet, 1 mm²'de özışını sayısı 49.92 adet, mültiseri özışını yüksekliği 6543.97 μm , mültiseri özışını genişliği 432.19 μm 'dir.

16. Boyuna paranzim apotreheal kesik zincir şeklindedir.

5.3. Fiziksel Özellikler

5.3.1. Rutubet Miktarı

Yapılan çalışmalar sonucu; deneme levhalarının rutubet miktarlarının % 9.71 - % 9.83 değerleri arasında değiştiği belirlenmiştir. TS EN 312 (2005) no'lu standartta yongalevhelerde rutubet miktarının % 9 \pm 4 arasında olması öngörülmektedir [9]. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

5.3.2. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

1. TS EN 312 (2005) no'lu standartta kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhelerde 24 saatte kalınlığına şişme oranının en çok % 15 olması öngörülmektedir [9]. 3-4-5 ve 9. grup levhalar standartta öngörülen esaslara uymaktadır.

2. Ağaç türünün kalınlığına şişme üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranına sertleştirici eklenerek Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerde, en düşük kalınlık artışı oranına ise karışık yongalardan üretilen yongalevhelerde ulaşılmıştır. Diğer ağaç türleri dikkate alındığında kalınlık artışı oranı en yüksekten en düşüğe sırasıyla; doğu kayını, sertleştiricisiz Türkiye meşesi, Kanada kavağı, kızılçam odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerden elde edilmiştir.

3. Parafin kullanım miktarının kalınlığına şişme üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranına dış tabakalarda % 2, orta tabakalarda % 3 parafinin kullanıldığı levhalarda, en düşük kalınlık artışı oranına ise, dış tabakalarda % 6, orta tabakalarda % 7 parafinin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır. Parafin miktarının artışına paralel olarak kalınlığına şişme oranı azalmıştır.

4. Parafin uygulama şeklinin kalınlığına şişme üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranına önce tutkal sonra parafin, en düşük kalınlık artışı oranına ise önce parafin sonra tutkal uygulanan yongalevha örneklerinde ulaşılmıştır.

5.3.3. Özgül Ağırlık

Yapılan çalışmalar sonucu sonucu; deneme levhalarının özgül ağırlıklarının 0.645–0.648 g/cm³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Deneme levhalarının üretiminde özgül ağırlık 0.650 g/cm³ olarak hedeflenmiştir. Üretimi gerçekleştirilen deneme levhalarında, hedeflenen özgül ağırlık değerine yakın değerler elde edilmiştir.

5.4. Mekanik Özellikler

5.4.1. Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. Elastikiyet modülü değerlerinin 18 mm kalınlığındaki levhalarda en az; mobilya üretimi için 1600 N/mm² ve yük taşımada kuru şartlar için 2150 N/mm² olması öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu, 1–2–3 ve 9. grup levhaların mobilya üretimi için uygun olduğu belirlenmiştir. 1 ve 9. grup levhaların kuru şartlar için yük taşımada uygun olduğu saptanmıştır. 4-5-6-7-8-10-11 ve 12. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

2. Ağaç türünün elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhalarda, en düşük elastikiyet modülü değerine ise sertleştirici eklenerek Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhalarda ulaşılmıştır. Diğer ağaç türleri dikkate alındığında elastikiyet modülü değeri en yüksekten en düşüğe sırasıyla; kızılçam, doğu kayını, sertleştiricisiz Türkiye meşesi, Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhalardan elde edilmiştir.

3. Parafin kullanım miktarının elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine dış tabakalarda % 2, orta tabakalarda % 3 parafinin kullanıldığı levhalarda, en düşük elastikiyet modülü değerine ise, dış

tabakalarda % 6, orta tabakalarda % 7 parafinin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır. Parafin miktarının artışına paralel olarak elastikiyet modülü değeri azalmıştır.

4. Parafin uygulama şeklinin elastikiyet modülü üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değerine önce parafin sonra tutkal, en düşük elastikiyet modülü değerine ise önce tutkal sonra parafin uygulanan yongalevha örneklerinde ulaşılmıştır.

5.4.2. Eğilme Direnci

1. 18 mm kalınlığındaki yongalevhelerde minimum eğilme direncinin genel kullanım için en az 11.5 N/mm^2 , mobilya üretimi için 13 N/mm^2 , yük taşımada kuru şartlar için 15 N/mm^2 olması öngörülmektedir [9]. Yapılan deneyler sonucu, 1 ve 9. grup levhaların kuru şartlar için yük taşımada kullanılabilceği belirlenmiştir. 1-2-3 ve 9. grup levhaların mobilya üretiminde kullanılabilceği saptanmıştır. 1-2-3-4-6-9 ve 12. grup levhaların genel kullanım için uygun olduğu tespit edilmiştir. 5-7-8-10 ve 11. grup levhalar ise standart dışı levhalardır.

2. Ağaç türünün eğilme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhelerde, en düşük eğilme direnci değerine ise sertleştirici eklenerek Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerde ulaşılmıştır. Diğer ağaç türleri dikkate alındığında eğilme direnci değeri en yüksekten en düşüğe sırasıyla; kızılçam, doğu kayını, sertleştiricisiz Türkiye meşesi, Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerden elde edilmiştir.

3. Parafin kullanım miktarının eğilme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değerine dış tabakalarda % 2, orta tabakalarda % 3 parafinin kullanıldığı levhalarda, en düşük eğilme direnci değerine ise, dış tabakalarda % 6, orta tabakalarda % 7 parafinin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır. Parafin miktarının artışına paralel olarak eğilme direnci değeri azalmıştır.

4. Parafin uygulama şeklinin eğilme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek eğilme direnci değerine önce parafin sonra tutkal, en düşük eğilme direnci değerine ise önce tutkal sonra parafin uygulanan yongalevha örneklerinde ulaşılmıştır.

5.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. 18 mm kalınlığındaki yongalevhelerde en düşük yüzeye dik çekme direncinin genel kullanım için 0.24 N/mm^2 , mobilya üretimi ve yük taşımada kuru şartlar için 0.35 N/mm^2 , nemli şartlar için 0.45 N/mm^2 ve ağır yük taşımada ise kuru şartlar için 0.50 N/mm^2 olması öngörülmektedir [9]. Yapılan yüzeye dik çekme direnci deneyleri sonucu; 7 ve 8. grup levhalar hariç diğer levha grupları genel kullanım için, 1–2–3 ve 9. grup levhalar mobilya üretimi ve kuru şartlar için yük taşımada, 1–2 ve 9. gruplar nemli şartlar için yük taşımada, 1 ve 9. grup levhalar ise kuru şartlarda ağır yük taşımada uygun bulunmuştur.

2. Ağaç türünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine karışık yongalardan üretilen yongalevhelerde, en düşük yüzeye dik çekme direnci değerine ise sertleştirici eklenerek Türkiye meşesi odunu yongalarından üretilen yongalevhelerde ulaşılmıştır. Diğer ağaç türleri dikkate alındığında yüzeye dik çekme direnci değeri en yüksekten en düşüğe sırasıyla; kızılçam, doğu kayını, sertleştiricisiz Türkiye meşesi, Kanada kavağı odunu ağırlıklı yongalardan üretilen yongalevhelerden elde edilmiştir.

3. Parafin kullanım miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine dış tabakalarda % 2, orta tabakalarda % 3 parafinin kullanıldığı levhalarda, en düşük yüzeye dik çekme direnci değerine ise, dış tabakalarda % 6, orta tabakalarda % 7 parafinin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır. Parafin miktarının artışına paralel olarak yüzeye dik çekme direnci değeri azalmıştır.

4. Parafin uygulama şeklinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yüzeye dik çekme direnci değerine önce parafin sonra tutkal, en düşük yüzeye dik çekme direnci değerine ise önce tutkal sonra parafin uygulanan yongalevha örneklerinde ulaşılmıştır.

6. ÖNERİLER

Bu çalışmada; hammadde ağaç türü, parafin kullanım miktarı ve uygulama şeklinin yongalevhannın fiziksel ve mekanik ve özellikleri üzerine etkileri incelenmiş ve elde edilen sonuçlar ışığında aşağıdaki öneriler verilmiştir.

1. Deneme levhalarının rutubet miktarları standartlarda belirtilen değerlere uygun bulunmuştur. Bu durumda deneme levhalarının test işlemlerinden önce en az üç hafta kondüsyonlanması olumlu bir yaklaşımdır.

2. Yapıştırıcı madde olarak üre formaldehit tutkalının kullanılacağı yongalevhaların üretiminde doğu kayını, Kanada kavağı, kızılçam gibi ağaç türler kullanılırken sertleştirici ilave edilmeli, Türkiye meşesi gibi pH değeri üre formaldehit için düşük olan ağaç türlerinin kullanımında ise sertleştirici kullanılmamalıdır.

3. Kalınlık artışı oranını düşürmek için kızılçam gibi alkol-benzen çözünürlüğü yüksek olan ağaç türleri kullanılabilir.

4. % 1'lik NaOH çözünürlüğü kızılçam ve Kanada kavağı odunlarında incelenen diğer türlere göre yüksek olduğu için kalınlık artışı oranını azaltmak için yongalevha taslağında ki karışım oranları artırılabilir.

5. Selüloz, alfa selüloz, lignin mekanik direnç sağladığından ötürü bu bileşenleri yüksek olan ağaç türleri yongalevha üretimi için tercih edilmedi.

6. Hemiselüloz miktarının fazla oluşu mekanik direnç değerlerini azaltırken, şişme gibi fiziksel özellikleri de negatif olarak etkiler. Dolayısıyla hemiselüloz oranı yüksek olan Kanada kavağı, doğu kayını, Türkiye meşesi ağaçları yongalevha üretiminde kullanılırken bu husus dikkate alınmalıdır.

7. Kızılçam gibi uzun liflere sahip ağaç türleri mekanik özellikleri iyileştirirler.

8. Çeper kalınlığı mekanik özellikleri artırırken, kalınlık artışı oranını olumsuz yönde etkilerler. Kalın çeperli ağaçlar orta tabakada kullanılmalıdır.

9. Doğu kayını gibi dağınık traheli ağaç türleri mekanik özellikleri iyileştirmektedir. Pazar şartları da dikkate alınarak dağınık traheli ağaç türlerinin yongalevha endüstrisinde ki kullanım oranı artırılmalıdır.

10. Özışını paranşim hücreleri mekanik dirençleri düşürdüğü için doğu kayını ve Türkiye meşesi gibi özışını paranşim hücrelerinin fazla miktarda bulunduğu ağaç türleri yongalevha endüstrisinde kullanılırken bu durum dikkate alınmalıdır.

11. Özgül ağırlığı yüksek ağaç türleri orta tabakada kullanılırken, özgül ağırlığı düşük ağaç türleri dış tabakada kullanılmalıdır.

12. Parafin kullanım miktarı arttıkça, kalınlık artışı oranı azalmaktadır. Buna karşın mekanik dirençlerde azalma meydana gelmektedir. Mekanik direnç değerleri standartlar dahilinde kalacak şekilde kalınlık artışı oranını azaltmak için parafin miktarı artırılabilir.

13. Türkiye meşesinde olduğu gibi trahelerde tül oluşumu kalınlık artışı oranını azaltmaktadır. Tül oluşumu suyun difüzyonunu engellemektedir. Kalınlık artışı oranını azaltmak için anatomisinde tül oluşumu gözlenen ağaç türleri kullanılabilir.

14. Hemiselüloz ve selüloz oranında ki artış, kalınlık artışı oranını olumsuz etkilediği için kalınlık artışını azaltmak için hemiselüloz ve selüloz oranı düşük tür ağaçlar tercih edilebilir.

15. Parafin uygulama şekli olarak önce parafin sonra tutkal uygulanmalıdır. Bu şekilde hem fiziksel hem mekanik özellikler iyileştirilebilir

16. Tutkallamadan sonra parafin uygulaması yongalevhanın mekanik ve fiziksel özelliklerini olumsuz etkilediği için yongalevha üretimi için uygun bir yöntem değildir.

17. Parafin ve tutkalın karışım halinde uygulaması da yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği için uygun bulunmamıştır.

18. Karışım halinde kullanılacak ağaç türlerinden uzun lifli ve hafif ağaçlar dış tabakada, kısa lifli ve ağır ağaç türleri orta tabakada kullanılmalıdır. Bu şekilde hem mekanik hem fiziksel özellikler iyileştirilebilir.

19. Hafif ağaç türleri küçük boyutlu pürüzlü yüzeyle yongalar verdiği için diğer ağaç türleriyle karışım halinde kullanılmalıdırlar.

20. Meşe, kayın, kavak gibi yapraklı ağaç türleri, kızılçam gibi iğne yapraklı ağaç türlerine göre daha kısa liflere sahip olduğu için karışım halinde kullanılmalıdırlar.

21. %85 kızılçam odunu yongalarından, dış tabakada % 4, orta tabakada % 5 parafin kullanılarak, önce parafin sonra tutkal püskürtülerek üretilen deneme levhaları (3. grup), bütün standartları sağladığı için yongalevha üretimi için uygundur.

7. KAYNAKLAR

1. EN 309, Wood Particleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1992.
2. BS 1811, Methods of Test for Wood Chipboards and Other Particleboards, British Standards Institution, London, 1969.
3. Kalaycıoğlu H. ve Özen R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon, 2009.
4. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 33111372, İstanbul, 1985.
5. Bozkurt, A.Y., Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2 (1982) 30-34.
6. Nemli, G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
7. Soine, H., Modern Furniture Manufacture State of the Furniture Industry, Particleboards, Laminating and Coating with, Solid and Liquid Materials, Cutting to Size and Trimming of Boards Finishing of Edges, Folding, Boring, Packing, Auxiliary Equipment, Holz als Roh-und Werkstoff, 31, 4 (1973) 145-156.
8. Anonim, Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA, 1972.
9. TS EN 312, Yongalevhalar-Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
10. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
11. Wellons, J. D. ve Kralimer, R. L., Self Bonding in Bark Composites, Wood Science, 6, 2 (1973) 112-122.
12. Chow, S., Thermal Reactions and Industrial Uses of Bark, Wood Fiber, 4, 3 (1972) 130-138.
13. Chow, S., Bark Board without Synthetic Resins, Forest Products Journal, 25, 11 (1975) 32-37.
14. Chow, S. ve Pickles, K. J., Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, Wood Fiber, 3, 3 (1972) 166-178.

15. Muszynski, Z. ve Macnatt, J.D., Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland, Forest Products Journal, 34, 1 (1984) 28-35.
16. Maloney, T.M., Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species, Forest Products Journal, 23, 8 (1973) 30-38.
17. Place, T.A. ve Maloney, T.M., Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1 (1975) 33-39.
18. Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34 (2000) 11-19.
19. Nemli, G., Kırıcı, H. ve Temiz, A., Influence of Impregnating Wood Particles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard, Industrial Crops and Products, 20, 3 (2004) 339-344.
20. Pasillias, C.N. ve Voulgaridis, E.V., Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, Holzforschung, 53 (1999) 151-155.
21. Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ, Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 52,2 (2002), 73-83.
22. Yemele, M., Blanchet, A. ve Cloutien, A., Effect of Bark Content and Particle Geometry on The Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made from Black Spruce and Trembling Aspenbark, Forest Products Journal, 58, 11 (2008) 48-56.
23. Yemele Men, Koubaa A, Dioof PN, Effect of Hot-Water Treatment of Black Spruce and Trembling Aspen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleboard, Wood and Fiber Science, 40, 3 (2008) 339-351.
24. Nourbakhsh, A. ve Ashori, A., Particleboard Made from Waste Paper Treated with Maleicanhydride, Waste Management and Research, 28, 1, (2010) 51-55.
25. Kim, S., Kim, H.J. ve Park, J.C., Application of Recycled Paper Sludge and Biomass Materials in Manufacture of Green Composite Palet, Resources Conservation and Recycling, 53, 12 (2009) 674-679
26. Guru, M., Aruntaş, Y. ve Tüzün, F.N., Processing of Urea formaldehyde Based particleboard from Hazelnut Shell and Improvement of Its Fire and Water Resistance, Fire and Materials, 33, 8 (2009) 419-419.
27. Ayrılmış, N., Büyüksarı, M. ve Avcı, E., Utilization of Pine (*Pinus pinea L.*) Cone in Manufacture of Wood Based Composite, Forest Ecology and Management, 259, 1 (2009) 65-70.

28. Mendes, L.M., Iwakiri, S. ve Miori, F.A., *Eucalyptus urophyllas* Stands Wood Utilization at Two Different Ages for Production of Particleboard Panels, CERNE, 15, 3 (2009) 288-296.
29. Pedieu, R., Riedi B. ve Pichette, A., Properties of Mixed Particleboards BAsed on White Birch (*Betula papyrifera*) Inner Bark Particles and Reinforced with Wood Fibres, European Journal of Wood and Wood Products, 67, 1 (2009) 95-101.
30. Güler, C., Çopur, Y. ve Taşcıoğlu, M., The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachis hypogaea* L.) an European Black Pine (*Pinus nigra arnold*) Wood Chips, Biosource Technology, 99, 8 (2008) 2893-2897.
31. Guru, M., Atar, M. ve Yıldırım, R., Production of Polymer Matrix Composite Particleboard from Walnut Shell and Improvement of Its Requirements, Material and Design, 29, 1 (2008) 284-287.
32. Iskenderani, F.A., Tensile Strength of Monolayer Particleborads Produced from Date Palm Midrib Chips Bonded with Urea Formaldehyde, International Journal of Polymeric Materials, 58, 6 (2009) 297-311.
33. Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S., Aydın, İ., Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yongalevhelerde Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehit Oranına Etkisi, İ.Ü. Orman Fak. Dergisi, Seri A, 52, 2 (2002) 73–83.
34. Öktem, E., Ormangülü Odunundan Yongalevha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113, Ankara, 1979.
35. Malları, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukowa, I. ve Kishimoto, J., The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugi and Niseakashia, Mokuzaï Gakkaishi, 35,1 (1989) 1-7.
36. Nemli, G., Hızıroğlu, S., Usta, M., Z., Serin, Z., Özdemir, T. ve Kalaycıoğlu, H., Effect of Residue Type and Tannin Content on Properties of Particleboard from Black Locust, Forest Product Journal 54, 2 (2004) 36-40.
37. Kamdem, D.P., The Durability of Phenolic Bonded Particleboards Made of Decay Resistant, Black Lotust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 44, 2 (1994) 65-68.
38. Baştürk, M.A, Boylu Ardıç Odununun Yongalevha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 43, 2 (1993) 1-14.
39. Esmeralda, Y.A., Okino, M.RR., Markos, A.E., Marcus V.D., Mario, E.D. ve Souza, D.E., Evaluation of The Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made from Cupressus Spp, International Biodeteration & Biodegradation, 53, 2 (2004) 1-5.

40. Nemli, G., Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 27, 2 (2003) 99-104.
41. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., Duğlas Göknaı Türuünün Yongalevha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak. Dergisi, 3, (2002) 18–20.
42. Nacar, M., Okalıptüs Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.
43. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Alp, T., Suitability of Date Palm Branches for Particleboard Production, Holz als Roh Und Werkstoff, 59, 6 (2001) 411-412.
44. Lehmann, W.F. ve Geimer, R.X., Properties of Structural Particleboards from Douglas-Fir Forest Residues, Forest Products Journal, 24, 10 (1974) 17-25.
45. Hızıroğlu, S., Holcomb, R., Some of the Properties of three- layer particleboard Made From Eastern Redcedar, Building and Environment, 40, 5 (2005) 719-723.
46. Gürü, M., Tekeli, S. ve Bilici, L., Manufacturing of Urea-Formaldehyde Based Composite Particleboard From Almond Shell, Materials and Design, in Press, Corrected Proof, 2005.
47. Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.S., Marcos, A.E.S., Marcus, V.S.A., Maria, E.S. ve Divino, E.T., Evaluation of the Physical and Biological Properties of Particleboard and Flakeboard Made From *Cupressus* spp., International Biodeterioration and Biodegradation, 53, 1 (2004) 1-5.
48. Aydın, A., Sahil Çamı İbrelelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2005.
49. Cabral, C.P., Vital, B.R., ve Lucia, R.M.D., Properties of Particleboards Manufactured with Mixed Particles from Eucalyptuss and Pinus Elliottii, Revista Arvore, 31, 5 (2007) 897-905.
50. Nemli G., Yıldız S. ve Gezer E.D., The Potential for Using The Needle Litter of Scotch Pine (*Pinus Solvestris* L.) as a Raw Material for Particleboard Manufacturing, Bioresource Technology. 99, 14 (2008), 6054-6058.
51. Güntekin, E. ve Karakuş, B., Feasibility of Using Eggplant (*Solanum melagene*) Stalks in The Production of Experimental Particleboard, Industrial Crops and Products, 25, 3 (2009) 354-358.
52. Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium perene* L.) in Particleboard Composites, Waste Management, 29, 3, (2009) 1129-1131.

53. Güntekin, E., Üner, B., Karakuş, B., Chemical Composition of Tomato (*Solanum lycopersicum*) Stalks and Suitability in The Particleboard Production, Journal of Environmental Biology, 30, 5, (2009) 731-734.
54. Deppe, HJ. ve Ernst, K., Taschenbuch Der Spanlatten Technic, 2.Überarbeitete Und Enveiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden, 1977.
55. Örs, Y ve Kalaycıoğlu, H., Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 15 (1991) 968-974.
56. Thole, V. ve Weiss, D., Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsum Bonded Particleboards, Holz als Roh-Und Werkstoff, 50, 6 (1992) 241-252.
57. Turreda, L.D., Bagasse, Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, USDA Technology Journal 8, 3 (1983) 66-78.
58. Papadapulos, A.N., Traboulay E.A. ve Hill, C.A., One Layer Experimental Particleboard From Coconutchips, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 394-396.
59. Heller, F., The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Materials, Holz als Roh-Und Werkstoff, 38, 10 (1980) 393-396.
60. Güler, C. ve Özen, R., Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 40-43.
61. Alma, M.H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ. ve Tutuş, A., Properties of Cotton Carpel Based Particleboards, Industrial Crops and Products, 22, 2 (2005) 141-149.
62. Jianying, X. ve Guenping, H., Development of Binderless Particleboard from Kenaf Core Using Steam Injection Pressing, Journal of Wood Science, 49, 4 (2003) 327-332.
63. Papadopoulos, A.N. ve Hague, J.R.B., The Potential for Using Flax Shive as a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard, Industrial Crops and Products, 17 (2003) 143-147.
64. Khedari, J., Choroenvai, S. ve Hirunlabh, J., New Insulating Particleboard from Durian Peel and Coconut Coir, Bulding and Enviroment, 38, 3 (2003) 435-441.
65. Khedari, J., Nonkangrob, N., Hirunlabh, J. ve Teekasap, S., New Lost-Cost Insulating Particleboards from Mixture of Durian Peel and Coconut Coir, Bulding and Enviroment 39 (2004) 59-65.
66. Papadopoulos, A.N., Hill, J. ve Gkoravelli, A., Bamboo Chips as an Alternative Lignocellulosic Raw Material for Particleboard Manufacture, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 36-39.

67. Nemli, G., Kircı, H., Serdar, B. ve Ay, N., Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops and Products, 17, 1 (2003) 39-46.
68. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Kim, HJ., Riee Straw-Wood Partide Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, Bioresource Technology, 86, 2 (2003) 117-121.
69. Almeida, R.R., Menezzi, C.H. ve Teixeira, D.E., Utilization of The Coconut Shell of Babaau to Produce Cement-Bonded Particleboard, Bioresource Technology, 85, 2 (2002) 159-163.
70. Ntalos, G.A. ve Grigoriu, A.H., Chacterization and Utilization of Vine Prunings as a Wood Subsitute for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16, 1 (2002) 59-68.
71. Wong, D. ve Sun, X.S., Low Density Particleboard from Wheat Straw and Pith, Industrial Crops and Products. 15, 1 (2002) 43-50.
72. Grigoriou, A.H., ve Ntalos, G.A., The Potantial Use of Easter Stalks as a Lignocellusosic Resource for Particlebords, Industrial Crops and Products, 13, 3 (2001)209-218.
73. Tröger, F., Wegener, G. ve Seemann, C, Misconthus and Flax as Raw Material for Reinforced Particleboards, Industrial Crops and Products. 8, 2 (1998) 113-121.
74. Gerardi, V., Mineli, F. ve Viggiano, D., Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in İtaly, Biomass and Bioenergy, 14, 3 (1998) 295-299.
75. Nemli, G., Yalınkılıç, M.K. ve İmanure, Y., Takakoshi., M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z., Özdemir, T., Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves, International Biodeterioration Biodergaration, 41, 1 (1998) 75-84.
76. Mo, X., Cheng, E., Wang, D. ve Sun, X., Physieal Properties of Medium-Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adheives, Industrial Crops and Products, 18(2003)47-53.
77. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1997.
78. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
79. Nemli, G. ve Aytaç, A., Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 6, (2002), 218.
80. Pizzi, A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.

81. Goncalves, F. G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D., Influence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldeyde Resins The Physieal and Mechanicals Properties of Particlebord, Revista Arvore, 32, 4 (2008) 715-722
82. Conner, A.H., Urea Formaldehyde Adhesive Resins, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501, 2001.
83. Nemli, G. ve Çolak, S., Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4 (2002) 46-48.
84. Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D., Influence of The Composition of Tannin-Urea-Formaldeyde Resins The Physieal and Mechanicals Properties of Particlebord, Revista Arvore, 32, 4 (2008) 715-722
85. Nemli, G., Aytaç, A., Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 6, (2002), 218.
86. Maminski, M.L., Borysiuk, P. ve Parzuchowski, P.G., Improved Water Resistance of Particleboards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin, Holz Als Roh-Und Werkstoff, 66, 5, (2008) 381-383.
87. Hsy, C.Y., Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldehyde Polymer, Forest Products Journal, 59, 5, (2009) 19-24.
88. Abdullah, Z.A., Park, B. D., Hydrolitic Stability of Cured Urea Formaldehyde Resins Modified by Addities, Journal of Applied Polymer Science, 14, 2, (2009) 1011-1017.
89. Huş, S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1997.
90. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
91. Sellers, J., Plywood Adhesive Techonology, Forest Products Utilazation Laboratory, Marcel Decter Inc. New York, 1985.
92. Yıldız, Ü.C., Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.
93. Chen, T.T., Soong, H.D. ve Tsai C.T., Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, Forest Products Industries, 25, 2 (2006) 133-142.
94. Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E., Isocynate Resins for Particleboard; PMD1 and EMDİ, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 81-83.
95. Pizzi, A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.

96. Nemli, G. ve Çolak, S., Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları, Ağaç Makineleri, 4 (2002) 46-48.
97. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
98. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., Ahşap Sanayiinde Melamin Formaldehit ve Melamin Üre Formaldehit Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2 (2002) 130-138.
99. Anonim, Adhesive Bonding of Wood, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512, Washington, 1975.
100. Burdurlu, E., Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 1994.
101. Kowaluk, G. ve Fuczek, D., PVA_c Glue as a Binding Agent in Particleboards, Drewno-Wood, 52, 182, (2009) 17-24.
102. Erakhruman A.A, Areghan S.E. ve Ogunleye, M.B, Selected Physico-Mechanical Properties of Comentbonded Partcleboard Made from Pine (Pinus Caribaea M.) Sawdust-Coir (Cocos Nurifera L.) Mixture, Scientific Research and Essays, 3, 5 (2008) 197-203.
103. Papadopoulos, A.N., Performance of Cement Bonded Boards Made frem Maple Particleboards, Holz Als Roh-Und Werk Stoff, 66, 5, (2008) 385-387.
104. Papadopoulos, A.N., Natural Durability and Performance of Hornbeam Cement Bonded Particleboard, Maderas-Ciencia Y Tecnologia, 10, 2, (2008) 93-98.
105. Chang F.C. ve Lam, F., Use of Mountain Pine Beetle Killed Wood to Produce Cement-Bonded Particleboard, Wood and Fiber Science, 41, 3, (2009) 291-299.
106. Latorraca, J.V.D., Teixeira D.E. ve Batiscta D.C., Overlay of *Eucalyptus urophylla* Cement-Bonded Particleboard for Application as Flooring Panels, Forest Products Journal, 59, 6, (2009) 65-69.
107. Olorunnisola, A.O., Effects of Husk Particle Size and Calcium Chloride on Strength and Sorption Properties of Coconut Husk-Cement Composites, Industrial Crop and Products, 29, 2, (2009) 495-501.
108. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 19
109. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, International journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 477-480.

110. Pan, Z., Cathcart, A. ve Wang, D., Properties of Particleboard Bond with Rice Bran and Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate Adhesives, Industrial Crops and Products, 64, 3 (2005) 360-362.
111. Cheng, E., Sun, X. ve Karr, G.S., Adhesive Properties of Modified Soybean Flour Wheat Straw Particleboard, Applied Science and Manufacturing, 35, 3 (2004) 297-302.
112. Ciannamea, F.M., Stefani, P.M. ve Ruseckajte, RA., Medium-Density Particleboard from Modified Rice Husks and Soybean Protein Concentrate- Based Adhesives, Bioresource Technology, 101, 2 (2010) 818-825
113. Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 4 (1996) 262.
114. Garnier, S., Pizzi, A., Huang, Z. ve Dry, J.B., Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 5 (2002) 372.
115. Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A., Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, Holz als Rohund Werkstoff, 61, 2 (2003) 142-144.
116. Hundhauzen, U., Stohldreier, R., Miltz, H. ve Mai, C., Procedural Influence On The Properties of Particleboards Made from AKD Modified Chips, European Journal of Wood and Products, 67, 3 (2009) 303-311.
117. Yusuf, S., Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to The Recons Tituted Wood Products, Ph.D.Thesis Kyoto University, Kyoto, Japan, 1996.
118. Unchi, S., Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing, Ph.D.Thesis, Faculty of Forestry University Pertanian, Malaysia, 1996.
119. Kartal, S.N. ve Clausen, C.A., Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration & Biodegradation, 47, 3 (2001) 183-191.
120. Grexa, O., Lübke, H., Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer Degradation and Stability, 74, 3 (2001) 183-191.
121. Akbulut, T., Yongalevha Endüstrisi, Laminat Dergisi, 7, 3 (2000) 112-119.
122. TAPPI t m-45, TAPPI Test Methods 1992-1993, TAPPI Pres Atlanta, Georgia, U. S., 1992.

123. Aydın, İ., Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
124. TAPPI T 204 cm-97, Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI Press, 2002.
125. TAPPI T 204 om-98, One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Press 2002.
126. TAPPI Standarts, Official Test Methods Association of The Pulp and Paper Industry, U.S.A 1992.
127. Browning, B.L., Methods of Wood Chemistry, Volume I, John Wiley and Sons Inc., New York, 1967.
128. Wise, E.L., and Karz, H.L., Cellulose and Hemicellulose , In Pulp and Paper Science and Technology, Ed: C. Earl Libby, McGray Book Co., New York, 1962.
129. E.P.F Manipulationsde Chimie Papetiere, Grenoble, 1969.
130. Kuduban, E., Anadolu Kestanesi (Castanea sativa Mill.) Odun ve Kabuğunun Kimyasal Bileşimi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Haziran 1996, Trabzon.
131. Ives, E., A Guide to Wood Microtomy, Sproughton, (2001) 114.
132. Serdar, B., Türkiye’de Doğal Yetişen Salicaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
133. Normand, Manual D’ Identification des Bois Commercioux, (1972) 171.
134. Merev, N., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, Trabzon, Cilt I, (1998) 621.
135. Carlquist, S., Ecological Wood Anatomy of The Woody Southern California Flora, IAWA Bulletin, 6, 4, (1985) 319-347.
136. Carlquist, S., Comparative Wood Anatomy, Springer Verlag Ltd., London, (1998) 436.
137. Baas, P., Werker, E. ve Fahn, A., Some Ecological Trends in Vessel Characters, IAWA Bulletin, 4 (1983) 2-3.
138. EN 322, Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium, 1993.
139. EN 317, Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium, 1993.

140. TS EN 323/1, Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
141. EN 310, Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Bruxelles, Belgium, 1993.
142. EN 319, Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
143. Batu, F., Varyans Analizi, K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi, 1 2 (1978) 234-235.
144. Eroğlu, H., Fiberboard Industry, Karadeniz Technical University, No: 304, Trabzon-Turkey, 1988.
145. Ntalos, G.A. ve Grigoriou, A.H., Characterization an Utilization of Wine Prunings as a Wood Substitutue for Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16, 1 (2008) 59-68.
146. Sun, R.C. ve Tomkinson, J., Essential Guides for Isolation / Purification of Polysaccharides, Encyclopedia Sep. SCI. 6, 4568-4574, 2000.
147. Merev, N., Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, No: 210, Trabzon, 2003.
148. Akyüz, K.C., Nemli, G., Baharoğlu, M. ve Zekoviç, E., Effects of Acidity of the Particles and Amount of Hardener on the Physical and Mechanical Properties Particleboard Composite Bonded with Urea Formaldehyde, Journal of Adhesion and Adhesives, 30, 3 (2010) 166-169.
149. Passilias, C.N., Voulgaridis, E.V., Water Repellent Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, Holzforschung, 53 (1999) 151-155.
150. Bariska, M., Pizzi, A., The Interaction of Polyflavonoid Tannins with Wood Cell Walls, Holzforschung, 40 5 (1986) 299-302.
151. Borgin, K., Corbett, K., The Hydrophobic Properties of Wattle Bark Ekstraktives, Wood Science Technology, 8, 2 (1974) 138-147.
152. Marshall, S.W., ifju, G., and Johnson, J.A., The Role of Ekstraktives in the Hydrophbic Behavior of Loblolly Pine Rhytidome, Wood and Fiber, 5, 4 (1974), 353-363.
153. Passilias, C.N., Grigorou, A.H., and Voulgaridis, E.V., Utilization of Oleoresin and Bark Ekstraktives from Pinus Halepensis Mill. in Wood Products, Forresterance 93, International Seminar on Mediterranean Forest Products Technology, Avignon, France, 1995.

154. Van Leemput, M., Boye, C., and Logtenberg, E.H.P., Upgrading on Beech by Physicochemical Treatments to Ensure Stability, Durability and Esthetic Look, Wood as Renewable Raw Material Proceedings, Seminar on Wood Technology, Munich, 1987, 14-18.
155. Akbulut, T., Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aralık 1995, İstanbul.
156. Xu, X., Yao, F., Wu, Q. ve Zhou, D., The Influence of Wax-Sizing on Dimension Stability and Mechanical Properties of Bagasse Particleboard, Industrial Crops and Products, 29, 1 (2009) 80-85.
157. Örs, Y. ve Keskin H., Ağaç Malzeme Bilgisi, KOSGEB Yayınları, 975-7608-87-4, Kale Matbaacılık, Ankara, 2001.

ÖZGEÇMİŞ

1973 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2004 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünde yüksek öğrenimine başladı. 2008 yılında fakülte üçüncüsü, bölüm ikincisi olarak mezun oldu. Aynı yıl içinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.