

720958

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**SAHİL ÇAMI (*Pinus pinaster Ait.*) İBRELERİNİN YONGALEVHA
ENDÜSTRİSİNDE DEĞERLENDİRİLEBİLMESİ İMKANLARI**

Orm. End. Müh. Aytaç AYDIN

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

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04.01.2005

Tezin Savunma Tarihi : 27.01.2005

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Gökay NEMLİ

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Nurgül AY

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Mustafa USTA

g. nemli
MS
Mustafa Usta

Enstitü Müdürü: Prof. Dr. Emin Zeki BAŞKENT

E. Zeki Başkent

Trabzon 2005

ÖNSÖZ

“Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) İbrelerinin Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkanları” adlı bu çalışma K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde yararlandığım başta danışman hocam Sn. Doç. Dr. Gökay NEMLİ olmak üzere, Sn. Prof. Dr. Nurgül AY, Sn. Prof. Dr. Hüseyin KIRCI, Sn. Prof. Dr. Mustafa USTA, Sn. Prof. Dr. Ziya GERÇEK ve Yrd. Doç. Dr. Bedri SERDAR hocalarıma teşekkür etmeyi bir görev bilirim.

Tezin oluşturulması esnasında tüm samimiyetiyle yanımda olan sevgili dostum Orman Endüstri Müh. İbrahim Öztürk'e teşekkür ederim.

Bugünlere ulaşmamda maddi ve manevi desteklerini asla esirgemeyen aileme tüm kalbimle teşekkür eder, bu emeklerinin boşa gitmeyeceğini bilmelerini isterim.

Deneme levhalarının üretiminde yardımlarını esirgemeyen K.T.Ü. Orman Endüstri Mühendisliği Yongalevha Pilot Tesisi çalışanlarına teşekkür ederim.

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

Aytaç AYDIN

Trabzon, 2005

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER	III
ÖZET	VII
SUMMARY	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ	X
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. GİRİŞ.....	1
1.2. Yatay Preslenmiş Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	2
1.3. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	6
1.3.1. Ağaç Malzeme	6
1.3.2. Yıllık Bitkiler	8
1.3.3. Tutkal	11
1.3.3.1. Organik Tutkallar.....	11
1.3.3.1.1. Üre formaldehit	11
1.3.3.1.2. Fenol formaldehit.....	15
1.3.3.1.3 Resorsin Formaldehit.....	16
1.3.3.1.4. Melamin formaldehit	17
1.3.3.1.5. İzosiyanat	19
1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar	19
1.3.3.3. Doğal Tutkallar	22
1.3.3.4. Anorganik Tutkallar	23
1.3.4. Katkı Maddeleri	23
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler.....	24
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler	24
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler	25
1.4. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği	25
1.5. Yongalevhanın Kullanım Alanları	30

1.6.	Yongalevhanın Özelliklerini Etkileyen Bazı Faktörler	33
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR	35
2.1.	Materyal	35
2.1.1.	Ağaç Malzeme	35
2.1.2.	Tutkal	35
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi.....	36
2.2.1.	Yongaların Üretimi	36
2.2.2.	Eleme	36
2.2.3.	Kurutma	36
2.2.4.	Tutkallama.....	37
2.2.5.	Levha Taslağının Hazırlanması.....	38
2.2.6.	Presleme	38
2.2.7.	Pres Sonrası İşlemler	38
2.3.	Araştırma Yöntemi.....	39
2.3.1.	Anatomik Çalışmalar	39
2.3.1.1.	Preparatların Hazırlanması, Ölçme ve Sayımlar	39
2.3.1.2.	Odun elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi ve Ölçmeler	40
2.3.1.3.	Ölçüm ve Sayımların Yapılması.....	40
2.3.2.	Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi	41
2.3.2.1.	pH Değerleri	41
2.3.2.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	41
2.3.2.3.	% 1'lik NaOH' ta Çözünürlük	41
2.3.2.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	42
2.3.3.	Fiziksel Özellikler	42
2.3.3.1.	Özgül Ağırlık	42
2.3.3.2.	Rutubet Miktarı	43
2.3.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	43
2.3.4.	Mekanik Özellikler	44
2.3.4.1.	Eğilme Direnci	44
2.3.4.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	44
2.3.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	45
2.4.	İstatistik Yöntemler	45
3.	BULGULAR	46

3.1.	Anatomik Özellikler	46
3.1.1.	Ökalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri	46
3.1.2.	Sahil Çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) İbrelerinin Anatomik Özellikleri	46
3.2.	Kimyasal Özellikler.....	47
3.2.1.	pH Değerleri	47
3.2.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	48
3.2.3.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	49
3.2.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	50
3.3.	Fiziksel Özellikler	51
3.3.1.	Özgül Ağırlık	51
3.3.2.	Rutubet Miktarı	53
3.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	55
3.4.	Mekanik Özellikler.....	58
3.4.1.	Eğilme Direnci	58
3.4.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	60
3.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	62
4.	İRDELEME	65
4.1.	Anatomik Özellikler	65
4.1.1.	Ökalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri.....	65
4.1.2.	Sahil Çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) İbrelerinin Anatomik Özellikleri	66
4.2.	Kimyasal Özellikler.....	66
4.2.1.	pH	66
4.2.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	67
4.2.3.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	68
4.2.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	69
4.3.	Fiziksel Özellikler	70
4.3.1.	Özgül Ağırlık	70
4.3.2.	Rutubet Miktarı	72
4.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	75
4.4.	Mekanik Özellikler	78
4.4.1.	Eğilme Direnci	76
4.4.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	81
4.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	83

5.	SONUÇLAR	87
5.1.	Anatomik Özellikler	87
5.1.1.	Ökalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri	87
5.1.2.	Sahil Çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) İbrelerinin Anatomik Özellikleri	87
5.2.	Kimyasal Özellikler	88
5.2.1.	pH	88
5.2.2.	Alkol-Benzende Çözünürlük	88
5.2.3.	% 1'lik NaOH'ta Çözünürlük	88
5.2.4.	Sıcak Su Çözünürlüğü	89
5.3.	Fiziksel Özellikler	89
5.3.1.	Özgül Ağırlık	89
5.3.2.	Rutubet Miktarı	89
5.3.3.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	90
5.4.	Mekanik Özellikler	91
5.4.1.	Eğilme Direnci	91
5.4.2.	Eğilmede Elastiklik Modülü	91
5.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci	92
6.	ÖNERİLER	93
7.	KAYNAKLAR	96
	ÖZGEÇMİŞ	110

ÖZET

Bu çalışmada; Sahil çamı (*Pinus pinaster Ait.*) ibreleri ve Okaliptus (*Eucalyptus globulos* Labill.) odunu yongaları kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel (özellikler, rutubet miktarı, kalınlık artışı (şişme) oranı) ve mekanik (eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü, yüzeye dik çekme direnci) özellikleri araştırılmıştır. Ayrıca; hammaddelerin anatomik ve kimyasal (pH, alkol-benzende çözünürlük, %1'lik NaOH'ta çözünürlük, sıcak su çözünürlüğü) özellikleri belirlenmiştir.

Yongalevha üretiminde Sahil çamı (*Pinus pinaster Ait.*) ibrelerinin kullanılması sonucu mekanik özelliklerde bir azalma görülürken, kalınlığına şişme miktarı önemli derecede iyileşmiştir. Yapılan çalışmalar; sonucu Şubat ayında toplanan ibrelerin % 50 oranında orta tabaka odun yongalarına karıştırılabileceği belirlenmiştir. Ayrıca; Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhaların kalınlığına şişme oranları ve mekanik özellikleri Şubat ayında toplananlarınkinden daha düşük bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler; Yongalevha, İbre, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Anatomik Özellikler, Kimyasal Özellikler

SUMMARY

Possibilities of The *Pinus pinaster* Ait. Leaves Usage in The Particleboard Industry

In this study; physical (specific gravity, moisture content, thickness swelling) and mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bonding strength) properties of particleboards made from *Pinus pinaster* Ait. Leaves and *Eucalyptus globulos* Labill. Wood were investigated. In addition, anatomical and chemical (pH, solubility in alcohol-benzen, 1% NaOH and hot water) properties of raw materials were determined.

Pinus pinaster Ait. leaves usage decreased the mechanical properties and improved the thickness swelling of particleboard. According to the results; It was stated that leaves pick on February could be used by about 50 % in the core layer of particleboard. Particleboards made from leaves pick on September had lower mechanical properties and thickness swelling values than those of boards from leaves pick on February.

Key Words; Particleboard, Leaf, Physical Properties, Mechanical Properties, Anatomical Properties, Chemical Properties

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının pH üzerine etkisi	66
Şekil 2. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi	67
Şekil 3. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi	68
Şekil 4. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	69
Şekil 5. İbre kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisi	71
Şekil 6. İbre toplanma zamanının özgül ağırlık üzerine etkisi	71
Şekil 7. Tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisi.....	72
Şekil 8. İbre kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi	73
Şekil 9. İbre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerine etkisi	73
Şekil 10. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisi	74
Şekil 11. İbre kullanımının 2 saatlik ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi ..	75
Şekil 12. İbre toplanma zamanının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı oranı üzerine etkisi ...	76
Şekil 13. Tutkal kullanım oranının kalınlık artışı oranı üzerine etkisi	77
Şekil 14. İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi	79
Şekil 15. İbre toplanma zamanının eğilme direnci üzerine etkisi.....	79
Şekil 16. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisi	80
Şekil 17. İbre kullanımının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi	81
Şekil 18. İbre toplanma zamanının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi	82
Şekil 19. Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi	83
Şekil 20. İbre kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	84
Şekil 21. İbre toplanma zamanının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi	85
Şekil 22. Tutkal kullanım oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	85

TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme levhası tipleri	37
Tablo 2. Ökalyptus (<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.) odununun anatomik özellikleri ...	46
Tablo 3. Sahil çamı (<i>Pinus pinaster</i> Ait.) ibrelerinin anatomik özellikleri	46
Tablo 4. Hammaddelere ait ortalama pH değerleri	47
Tablo 5. pH değerleri üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları	47
Tablo 6. Hammaddelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri	48
Tablo 7. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları	48
Tablo 8. Hammaddelere ait ortalama % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri	49
Tablo 9. % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları	49
Tablo 10. Hammaddelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri	50
Tablo 11. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları	50
Tablo 12. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri	51
Tablo 13. Özgül ağırlık üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	51
Tablo 14. İbre kullanımının özgül ağırlık üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	52
Tablo 15. Özgül ağırlık üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları .	52
Tablo 16. Tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	52
Tablo 17. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri	53
Tablo 18. Rutubet miktarı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.....	53
Tablo 19. İbre kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	54
Tablo 20. Rutubet miktarı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları	54
Tablo 21. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	54
Tablo 22. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları.....	55
Tablo 23. 2 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	56
Tablo 24. İbre kullanımının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	56
Tablo 25. 24 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	56

Tablo 26. İbre kullanımının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait Newman Keuls testi sonuçları.....	57
Tablo 27. 2 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.....	57
Tablo 28. 24 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları	57
Tablo 29. Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.....	58
Tablo 30. Tutkal kullanım oranının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	58
Tablo 31. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri	59
Tablo 32. Eğilme direnci üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	59
Tablo 33. İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.....	59
Tablo 34. Eğilme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.....	60
Tablo 35. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	60
Tablo 36. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastiklik modülü değerleri	60
Tablo 37. Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	61
Tablo 38. İbre kullanımının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	61
Tablo 39. Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları	61
Tablo 40. Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	62
Tablo 41. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri	62
Tablo 42. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları	63
Tablo 43. İbre kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları	63
Tablo 44. Yüzeye dik çekme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları	63
Tablo 45. Tutkal kullanım oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t-testi sonuçları	64

1. GENEL BİLGİLER

1.1.Giriş

Gelişen dünya ve Türkiye koşullarına paralel olarak ; dünyada ve Türkiye’de orman ve orman ürünlerine duyulan gereksinimin çoğalması ve ormanlarımızın aşırı kullanılması nedeniyle ihtiyacı karşılayamayacak duruma gelmesi bu kaynakların daha rasyonel kullanılmasını gerektirmiştir. Bu nedenle oduna bağlı sanayilerde alternatif hammaddeler aranması yoluna gidilmektedir.

Bu alternatif metotlar kullanılırken birinci derecede dikkat edilmesi gereken nokta bu alternatiflerin hem odun hammaddesinin yerini tutması hem ekonomik olarak kolay temin edilip, işlenmesi hem de kolay bir şekilde yetiştirilmesi gibi işletmecilik fonksiyonlarını sağlaması gerektiğidir.

Türkiye’de orman kaynakları sınırlı olup son yıllarda üretim, tüketimi ancak karşılayabilecek duruma gelmiştir. Bu amaçla odun hammaddesi dışındaki yıllık bitkilerden yararlanma yoluna gidilmiş ve bunların yongalevha endüstrisinde kullanılabileceği ortaya çıkmıştır.

Ancak kullanılacak bitkilerin yeterli miktarda bulunamaması veya sürekliliğinin olmaması, taşıma depolama ve üretime hazırlamanın zor olması sorun teşkil etmektedir. Ayrıca üretimde kullanılan yıllık bitkilerin homojen olmayışı diğer bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Örneğin; yongalık odun hammaddesinin odun eldesinde yapılacak üretim değişikliği ve ormanda yonga üretimi, artıkların geniş oranda değerlendirilmesi sonucunda odun hammaddesinin fiyatının azaltılırken dış koşullara dayanıklı, kırsal alanlardaki çeşitli binalar ve dış cephe kaplamaları üretimine uygun emprenyeli yongalevhaların ülkemizde üretimi, bugün genellikle mobilya endüstrisinde sarf yeri bulunan bu malzemenin daha değişik amaçlar için kullanılması sonucunu doğuracak ve fabrikaların tam kapasite ile çalışmasını sağlayacaktır.

Yongalevha endüstrisi, bir taraftan orman ve kereste endüstrisi artıklarını kullanma imkanı yaratırken diğer taraftan ormanları ıslah ederek ince çaplı materyale rasyonel bir kullanım alanı sağlamıştır. Böylece birçok dünya ülkesi gittikçe artan bir hızla yongalevha

üretimine başlamıştır. Bu aşamada gerek üretim teknolojisinde gerek makine ve ekipmanlarda gerekse konuyla ilgili araştırma faaliyetlerinde büyük yenilikler gerçekleştirilmiştir.

Bu endüstrinin ülkemizde gelecekteki gelişimi rasyonel olarak odun hammaddesinin devamlı olarak sağlanmasına ve yongalevhaların değişik yerlerde kullanılma imkanına bağlı bulunmaktadır. Böylece üstün kalitede ucuz ve değişik maksatlar için üretilen yeni tip yongalevhalar bu endüstrinin büyük bir sıkıntıdan kurtulmasını sağlayacaktır.

Bu çalışmada Sahil çamı (*Pinus pinaster Ait.*) ibrelerinin yongalevha endüstrisinde kullanılabilme imkanları araştırılmıştır. Bu maksatla, ibrelerin toplanma işlemleri Eylül ve Şubat aylarında gerçekleştirilmiştir. Toplanan ibreler okalıptus (*Eucalyptus globulos Labill.*) odun yongalarına belirli oranlarda karıştırılıp standartlara uygun yongalevha üretilmesi için en uygun karışım oranları belirlenmiştir. Ayrıca ibre karışım oranı, toplanma zamanı ve tutkal miktarının yongalevhanın bazı fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkileri incelenmiştir.

1.2. Yatay Preslenmiş Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yongalevha değişik standartlarda farklı tanımlanmıştır. EN 309 (1992)'e göre; odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan 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].

Bu iki standartta yapılan tanımlardan yararlanarak; 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. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhaları üç kategoride toplamak mümkündür [3]:

a. Düşük Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan levhalardır.

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

c. Yüksek Özgül Ağırlıktaki Yongalevhalar: Özgül ağırlıkları 0.800 gr/cm^3 'ten daha fazla olan levhalardır.

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.

TS 3482 (1980)'e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşlarının sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzlerine dik olan deliksiz veya delikli, kaplanmamış bir levhadır [5].

3. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları dört gruba ayırmak mümkündür [6].

a. Tek Tabakalı (Homojen) Yongalevhalar

b. Üç Tabakalı Yongalevhalar

c. Beş Tabakalı Yongalevhalar

d. Tabakaları Belirsiz Yongalevhalar

4. Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yongalevhaları dört grupta toplamak mümkündür;

a. Normal Yongalevhalar (Particleboard): Bu tip yongalevhalar genel olarak yonga kalınlıkları $0.25-0.40 \text{ mm}$, genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve uzunlukları $10-25 \text{ mm}$ kadardır [6].

b. Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Etiket yongalevha, halen ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesidir. Yongaların kalınlıkları $0.5-0.7 \text{ mm}$, genişlikleri $25-40 \text{ mm}$ ve uzunlukları $35-75 \text{ mm}$ kadardır [7]. Etiket yongalevha; çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır [8].

c. Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structural Board:OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları $0.4-0.8 \text{ mm}$, genişlikleri $6-25 \text{ mm}$ ve uzunlukları $38-63 \text{ mm}$ kadardır [9,10]. Bu tip yongalevhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemelerin kullanıldıkları yerlerde

kullanılabilirler [11]. Özellikle yapıların içinde özel döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrikte ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat için kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir.

d. Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Bu tip levhalarda yonga kalınlık ve uzunlukları etiket yongalı levhalarınkinin aynı, genişlik ise 9-10 mm'dir [6].

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 [12]. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır.

6. Kalıplanmış Yongalevhalar: Uygun yapıştırıcı maddeler ile tutkallanmış odun yongalarının, özel kalıp preslerde, sıcaklık ve basınç etkisi altında tek kademede biçimlendirilmesi ve uygun malzeme ile kaplanmasıyla imal edilen bir mamuldür [13].

7. İngiliz Standartları Enstitüsüne göre yongalevhalar altı grupta incelenmektedir [14]:

- a. C1: Genel kullanım amaçlıdır. Bir adet siyah çizgi ile teşhis edilmektedir.
- b. C1/A: Genel kullanım amaçlıdır. Direnç özellikleri C1'den daha yüksektir. İki adet siyah çizgi ile teşhis edilmektedir.
- c. C2: Döşeme amaçlıdır. Bir adet kırmızı çizgi ile teşhis edilmektedir.
- d. C3: Rutubete karşı direnci yüksektir. Bir adet yeşil çizgi ile teşhis edilmektedir.
- e. C4: Rutubete karşı dirençli olup, şok direnci C3'ten yüksektir. Yeşil ve kırmızı çizgiler ile teşhis edilmektedir.
- f. C5: Rutubete karşı dayanıklıdır. Yeşil ve sarı çizgiler ile teşhis edilmektedir.

8. Yongalevhalar kullanılan hammadde türüne göre üç grupta incelenmektedir [15]:

- a. Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar
- b. Bitkisel atıklar kullanılarak üretilen levhalar
- c. Tetrapak kutuları kullanılarak üretilen levhalar

9. Yongalevhalar yüzey işlemlerine göre iki grupta toplanmaktadır [15]:

- a. Zımparalanmış levhalar

b. Zımparalanmamış levhalar

10. Yongalevhalar kalınlıklarına göre; 3, 6, 8, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 36, 40, 45, 50 ve 60 mm kalınlığındaki yongalevhalar olmak üzere 16 grupta ele alınmaktadır [15]:

11. Yongalevhalar tutkal ve bağlayıcı madde cinsine göre 6 grupta incelenmektedir [15]:

- a. Üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- b. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- c. Melamin formaldehit tutkalı ile üretilmiş levhalar
- d. Poliizosiyanat tutkalı ile üretilmiş levhalar
- e. Sülfite atık suyu ile üretilmiş levhalar
- f. Doğal yapıştırıcılar (kazein, soya, kan tutkalları, tanen) ile üretilmiş levhalar

12. Kaplanmış yongalevhalar iki grupta toplanmaktadır [16]:

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır [17, 18, 19].

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar: Yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri aşağıda sıralanmıştır [20, 21, 22, 23]:

- a. Melamin emdirilmiş kağıtlar
- b. Diallayl phtalate emdirilmiş kağıtlar
- c. Polyester emdirilmiş kağıtlar
- d. Yüksek basınç laminatları (HPL)
- e. Rulo-bobin laminatları (CPL)
- f. Folyolar
- g. Ahşap kaplama levhaları
- h. Fenolik kraft kağıtları
- i. Polivinil klorür (PVC)
- j. Lignin dolgulu laminatlar
- k. Endüstriyel laminatlar
- l. Polietilen kağıtlar
- m. Isı transfer filmleri
- n. Vulkanize lifler
- o. PVA+ üre esaslı kağıtlar

- p. Üre+ amonyum klorür esaslı kağıtlar
 - r. Daha sonra lake yapılarak UV-sertleştirilmiş polyester astarlar
 - s. Boyalı polyester lakeler
 - ş. Ceviz vb. güzel görünümlü bir çok ağacın basılmış tekstürünü içeren astarlar
13. Kullanım yerine göre yongalevhalar;
- a. Kapalı mekanlarda kullanılanlar
 - b. Hava etkisine açık mekanlarda kullanılanlar olmak üzere iki grupta incelenmektedir [24].

1.3. Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.3.1. Ağaç Malzeme

Genellikle, bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. TS 1351 (1973)'e göre; 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 [25].

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur [26, 27]. Genellikle son yıllarda kabuğun yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır. Burows (1960), Wellons ve Krahmer (1973), Chow (1972, 1975) ile Chow ve Pickles (1971) tutkal kullanmadan kabuktaki ekstraktiflerin polimerizasyonu yöntemi ile yongalevha üretmişlerdir. Yapılan çalışmalarda bu üretim için gerekli olan pres sıcaklığı 300 °C civarındadır [28, 29, 30, 31, 32].

Muszynski ve McNatt (1986) ladin kabuğu ile sarıçam odunu yongalarını karıştırarak üre formaldehit tutkalı ile tek tabakalı yongalevha üretmişlerdir. Yaptıkları çalışmada %30 kabuk %70 odun kullanılarak üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik direnç özelliklerini karşıladıkları belirlenmiştir [33].

Place ve Maloney (1975) üç tabakalı yongalevha üretiminde orta tabakada kabuk kullanarak yongalevha üretmişler, kabuk kullanımının ağırlık olarak %5'i aşmaması durumunda üretilen levhaların standartlara uygun özelliklere sahip olduğunu belirlemişlerdir [34,35]. Blanchet ve arkadaşları (2000) ladin kabuğunun %50 oranında odun yongaları ile karıştırılması sonucu üretilen yongalevhaların Amerikan Standartlarına uygun sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir [36].

Odun yongalarının mimoza kabuk ekstratı ile emprenye edilmesi sonucu yongalevhaların kalınlığına şişme oranları ve formaldehit emisyonu azalmıştır [37]. Yapılan başka bir araştırmada kızılçam kabuğunun yongalevha endüstrisinde kullanılması sonucu fiziksel özelliklerde iyileşme ve mekanik özelliklerde belirgin bir azalma kaydedilmiştir [38]. Kabuk kullanımı sonucu yongalevhaların kalınlığına şişme oranlarının azalması, kabukta yüksek miktarda vaks ve reçine bulunmasından kaynaklanmaktadır[39].

Nemli ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan araştırmada orta tabaka yongalarına %12,5-25 oranında yalancı akasya kabuğu ilave edilmesi durumunda yongalevhaların formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görülmüştür [40]. Bu durum kabuktaki fenolik ekstraktiflerle formaldehit arasındaki olası bir reaksiyondan kaynaklanmaktadır [41]. Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddelerin %90'ı odun veya lignoselülozik malzemelerdir. Bu bakımdan odunun yoğunluğu, asiditesi, içerdiği ekstraktif maddeler ve rutubeti levha kalitesini etkilemektedir.

Yongalevha endüstrisinde birçok ağaç türü kullanılabilir. Batı Avrupa'da başlangıçta iğne yapraklı ağaç odunları (ladın, çam, göknar ve Sıtka ladini) tercih edilirken, daha sonraları ekonomik olmaları ve kolay temin edilmelerinden dolayı kayın, huş, kavak, kızılğaç ve söğüt gibi yapraklı ağaç türleri kullanılmaya başlanmıştır. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) ormangülü odununun yongalevha üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir [42, 43]. Yalancı akasya odunlarının yongalevha üretimi için yeni bir hammadde olabileceği, *Cryptomeria japonica* ve *Populus tremuloides* odunlarının diğer odun türleri ile karışık olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [44, 45, 46]. Sahil çamı ve ardıç odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir [24, 47].

Okino ve arkadaşları (2004) servi odunundan üretilen yongalevhaların EN standartlarında öngörülen fiziksel ve mekanik özelliklerini karşıladıklarını tespit etmişlerdir [48]. Yapılan diğer bir araştırmada kızılğaçtan üretilen yongalevhaların eğilme

ve yapışma dirençleri ile elastiklik modülü değerleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek bulunmuştur [49].

Nemli ve Akbulut (2003) Yalancı akasya genç ve olgun odunlarının yongalevhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkilerini araştırmışlardır. Genç odundan üretilen yongalevhaların eğilme ve yapışma dirençleri ile su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranları olgun odundan üretilen levhalara oranla daha düşük bulunmuştur [50]. Douglas göknarından üretilen 0.70 g/cm^3 özgül ağırlıktaki yongalevhaların EN standartlarında öngörülen eğilme ve yüzeye dik çekme dirençlerini karşıladıkları belirlenmiştir [51]. Bir başka araştırmada ise Okalıptus odununun yongalevha üretiminde kullanılabileceği tespit edilmiştir [52].

Nemli ve arkadaşları (2001) hurma sapslarından yongalevha üretim imkanlarını araştırmışlardır. Yapılan çalışmalar sonucu hurma sapsalarının yongalevha üretiminde kullanılabileceği bildirilmiştir [53]. Dal odunu kullanımı yongalevhanın eğilme ve yapışma dirençlerini düşürmekte, kalınlığına şişmeyi ise artırmaktadır. Bu nedenle dal odunu kullanımı ağırlık olarak % 25'i aşmamalıdır [54, 55].

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Odun hammaddesine dayalı endüstri sayısının zamanla artması, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkanlarının araştırılmasına sebep olmuştur.

Yapılan çalışmalarda pamuk sapı, pirinç çeltiği, keten, kenevir ve ayçiçeği sapsalarının yongalevha üretimine uygun olduğu belirlenmiştir [56]. Ayrıca çay fabrikası bitkisel atıklarının yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirlenmiştir [57, 58]. Pamuk sapsaları ve şeker kamışı yongaları kullanılarak üretilen çimentolu yongalevhalar üzerinde yapılan bir araştırmada; şeker kamışı ile üretilen levhaların pamuk sapsaları ile üretilenlere göre daha üstün özellikler taşıdığı bildirilmiştir [59]. Odun yongaları şeker kamışı ile karıştırılarak ve % 8, 10, 12 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılarak farklı Özgül ağırlıklarda üretilen levhalarda şeker kamışı karıştırılan levhaların daha üstün özelliklere sahip olduğu belirlenmiştir [60].

Odun yongalarına hindistan cevizi yongaları karıştırılarak üretilen tek tabakalı yongalevhalarda hindistan cevizi kullanım oranı artmasına bağlı olarak su alma miktarı ve

kalınlığına şişme oranlarında belirli bir azalma kaydedilmiştir [61]. Bir çalışmada %97 oranında kabuklarından arındırılmış pamuk sapları ile %3 fenolik reçine kullanılarak $0,82 \text{ g/cm}^3$ özgül ağırlıkta, 2,8 mm kalınlıkta üretilen yongalevhaların eğilme direncinin standart değerlerin üzerinde olduğu görülmüştür [62]. Heller (1980) şekerkamışı, pamuk sapı, bambu vb. hammadde kaynaklarının yongalevha üretimine uygunluğu üzerine araştırmalar yapmış ve bu kaynakların toplanması ve üretim yöntemi gibi problemleri olduğunu bildirmiştir [63].

Vermass (1981) pamuk sapı ve diğer yıllık bitkilerin levha üretiminde kullanılabilmesi için fabrika ve makine seçiminin önemli olduğunu belirtmiştir [64]. Pamuk saplarından 0.40, 0.50, 0.60 ve 0.70 g/cm^3 özgül ağırlıklarda üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılarak levha üretimine uygunluğu incelenmiştir. Pamuk saplarından hafif özgül ağırlıkta üretilen yongalevhaların izolasyon levhası olarak kullanılabilmesi belirlenmiştir. Pamuk saplarından $0.60-0.70 \text{ g/cm}^3$ özgül ağırlıkta üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek çıkmıştır [65, 66, 67, 68].

Bir başka araştırmada kenaf bitkisinin yongalevha endüstrisinde kullanılabilme imkanları araştırılmış, hammadde yetiştirme bölgesi, yongalevha özgül ağırlığı, orta/dış tabaka yonga kullanım oranı ve presleme koşulları ile lifli kısmın teknik özellikler üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir [69]. Xu ve arkadaşları (2003) kenaftan üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin standartlarda belirtilen değerlerden yüksek olduğunu bildirmişlerdir [70].

Yang ve arkadaşları (2004)'na göre pirinç sapı kullanılarak üretilen yongalevhaların akustik ve elektrik izolasyon özellikleri yüksektir [71]. Bir başka araştırmada buğday saplarının çimentolu yongalevha üretiminde kullanılabilmesi tespit edilmiştir [72]. Odun yongalarının keten lifleri ile karıştırılması sonucu yongalevhaların mekanik direnç özelliklerinde belirgin bir azalma kaydedilmiş, % 30 keten lifi ve % 70 odun yongası karıştırılarak üretilen yongalevhaların mekanik özellikleri standartlara uygun bulunmuştur [73].

Khedari ve arkadaşları (2003, 2004) duryan kabuğu ve hindistan cevizi liflerinin karıştırılması sonucu üretilen yongalevhaların eğilme ve yüzeye dik çekme dirençlerinin standart değerlerin üzerinde olduğunu ve bu levhaların ısı yalıtım maksatlı kullanılabilmesini tespit etmişlerdir [74, 75]. Bambu yongalarının levha üretimi için uygun

bir hammadde olduğu belirlenmiştir [76]. Nemli ve arkadaşları (2003) kivi budama artıklarının yongalevhanın orta tabakasında odun yongaları ile % 50 oranında karıştırılabileceğini ve bu şekilde üretilen levhaların standartlara uygun mekanik özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir [77].

Yang ve arkadaşları (2003) pirinç sapı ve odun yongaları karışımı ile üretilen yongalevhaların ses ve ısı izolasyonu maksatlı kullanıma uygun olduğunu saptamışlardır [78]. Yapılan bir başka araştırmada hindistan cevizi kabuğunun çimentolu yongalevha üretimine uygun olduğu belirtilmiştir [79]. Asma sapsları kullanılarak üretilen yongalevhaların standartlara uygun mekanik özellikler taşıdığı bildirilmiştir [80].

Buğday ve mısır sapsları vb. tarımsal artıklar yenilenebilir kaynaklar olmaları dolayısıyla yongalevha üretiminde değerlendirilebilirler. Bu konuda yapılan bir araştırmada % 70 buğday sapı ve % 30 oranında mısır sapı karıştırılarak metilen di izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların mekanik direnç özellikleri standartlarda öngörülen değerlerden yüksek çıkmıştır [81]. Grigoriou ve Ntalos (2001) kene otu sapslarının yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanlarını araştırmışlardır. Kene otu sapslarının odun yongalarına karıştırılması sonucu yongalevhanın mekanik direnç özelliklerinde düşme görölmüştür. Bununla birlikte % 25-75 oranında kene otu ihtiva eden yongalevhaların mekanik özellikleri standartlara uygunluk göstermiştir [82].

Yıllık bitkilerin levha endüstrisinde değerlendirilmesi konusu üzerine yapılan bir başka çalışmada keten liflerinin odun yongalarına karıştırılması sonucu mekanik direnç özelliklerinin yükseldiğı gözlenmiştir [83]. Gerardi ve arkadaşları (1998) pirinç sapslarının sıcak su buharı ile muamelesi sonucu üretilen yongalevhaların su alma miktarlarında belirgin bir düşüş gözlemlenmişlerdir [84]. Çay atıklarından üretilen yongalevhaların normal odun yongalevhalarına göre mantar ve böcek zararlılarına karşı daha dayanıklı olduğu bildirilmiştir [85]. Buğday sapsları yongalevha üretimi için uygun bir hammaddedir. Bu hammaddeden üretilen yongalevhalar yüksek direnç ve düşük maliyetlerinden dolayı geniş kullanım alanına sahiptir. Buğday sapslarının metilen di izosiyanat tutkalı ile yapıştırılması suretiyle üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygunluk göstermiştir [86].

1.3.3. Tutkal

1.3.3.1. Organik Tutkallar

Yongalevha endüstrisinde genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit) ile az miktarda termoplastik tutkallar kullanılmaktadır. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler [24].

Sıcak preslemede sertleşme süresi kısa, kullanımı kolay ve ucuz olduğundan, Dünya yongalevha üretiminin yaklaşık % 90'ı üre formaldehit tutkalı ile gerçekleştirilmektedir. Beyaz renkli olduğundan genel amaçlar için üretilen yongalevhelerde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.3.3.1.1. Üre Formaldehit

Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü 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 hidrojeninden elde olunmaktadır. 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. Ara madde olarak amonyum karbominat meydana gelmekte buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre maddeleri oluşmaktadır [87].

Tutkalın üretimi esnasında 5-5.5 pH'da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'ın 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. Katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir ve bunlarda dayanma süresi kısalmış başka bir deyişle sertleşme çabuklaşır. Hızlı bir sertleşme için katalizörlere gerek vardır.

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, sertleşme hızının sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-120 sn arasında bulunduğunu, yapışma direncinin yüksek, renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür [88]. Üre formaldehit, MDF ve yongalevha üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Dünya genelinde, üre formaldehit tutkalının % 70'inden fazlası orman ürünleri sanayiinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; % 61 oranında yongalevha, % 27 oranında MDF, % 5 oranında kontrplak ve % 7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir [89]. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır [90, 91, 92, 93]:

- 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 hidrosimetillenmiş 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 [90].

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 [90].

- a. Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amino nitrojenleri 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 ulaşıncaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutulularak 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 ($F/\bar{U}= 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/\bar{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 120 °C sıcaklık ve pH: 3-4 civarında gerçekleşmektedir. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondenze 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 [91, 92, 93].

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 [94]:

1. Üre tutkalları ile muamele edilen dekoratif kağıtlarda yüzeylerde çatlama riski daha fazladır.

2. Suya ve dış hava koşullarına karşı direnci düşüktür.
3. 200 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda malzemede renk değişikliği yaratır.
4. Üre tutkalı ile üretilen malzemelerde formaldehit emisyonu daha fazladır.

Bu sakıncaları ortadan kaldırmak için aşağıdaki önlemler alınabilir [94]:

1. Üre tutkalının melamin tutkalı ile modifiye edilmesi gerekir. Karışıma; glycol, sorbite ve caprolactum gibi kimyasalların eklenmesi
2. Üre tutkalının akrilik içeren maddelerle modifiye edilmesi
3. Üre tutkalının su itici karışımlarla modifiye edilmesi
4. Formaldehit oranı düşük üre tutkalı kullanımı

Üre formaldehit tutkallarının yapısındaki amino metilen bağları hidrolize karşı hassastır. Yüksek bağıl nem ve sıcaklık koşullarında stabil değildirler. Su aynı zamanda üre formaldehit tutkalının degradasyonuna neden olmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının hidrolize karşı direncini artırmak için, tutkal hattında asitler veya asit bileşiklerinin kalmasına neden olan tutkalın asidik sertleşmesidir. Nötral bir tutkal hattı, hidrolize karşı daha iyi bir direnç gösterecektir. Sertleştirici miktarı daima arzu edilen sertleşme koşullarına (pres sıcaklık ve süresi) uygun olarak ayarlanmalıdır. Gereğinden fazla sertleştirici, sertleşmiş tutkalın kırılma direncine yol açmakta ve sertleşmiş tutkal hattında oldukça yüksek miktarda asit kalmaktadır. Bununla birlikte nötralleştirme işlemi sertleşme reaksiyonu tamamlanıncaya kadar gerçekleştirilmelidir, aksi halde sertleşme gecikebilir hatta önlenemez [94].

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20'lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırmaktadır. Bütün aminoplastik tutkallar fenolik veya polifenolik tutkalların aksine genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen tutkal hattında bazı renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu nedenle sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmekte veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmaktadır [94].

1.3.3.1.2. Fenol Formaldehit

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde olunmaktadır. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir [88]. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

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 [95]. Formaldehit/fenol > 1 (1.5-2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir [24].

Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Düşük sıcaklıklarda depolanması tavsiye edilir. pH derecesinin değişmemesi gerekir. Fenolik tutkallar üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler. Ayrıca daha yüksek pres sıcaklığı uygulamak gerekir. Katalizörler presleme süresini kısaltır. Tutkal sertleştikten sonra ısı ve kimyasal maddelere karşı direnç kazanır. Fenolik tutkallar yüksek molekül ağırlığındadır. 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 [3]. Fenol formaldehit çok özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır.

Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi ile emprenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına dayanan "İmpreg" çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 60-70'dir. Su iticiliği, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı normal ağaç malzemedden yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır [96].

Fenol formaldehit tutkalı ile emprenye edilen kaplama levhalarının sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla "Compreg" adı verilen malzeme üretilmektedir. Bu

malzemenin boyut stabilizasyonu % 80-85 civarındadır ve su iticiliği yüksektir. Biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasal maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan yüksektir. Bu özellikleriyle kalıp, cıvata ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır [96].

1.3.3.1.3 Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, çok iyi reaksiyona katılma gücüne sahip bir maddedir. 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 buna % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, fındık kabuğu, soya fasulyesi unu ve nişasta gibi maddeler katılmaktadır [87]. Saf olarak sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilir. Protein ihtiva ettiğinden % 40-45 oranında mısır glutini kullanılabilen, tutkalın mekanik özellikleri ve dış hava şartlarına dayanıklılığı üzerine olumsuz etki yapmamakta buna karşılık suya, rutubete ve mikroorganizmalara karşı direncini azaltmaktadır [24].

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına oranla daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir [88]. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış su şartlarında başarılıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılmasına uygundur [87].

1.3.3.1.4. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90-140 °C sıcaklıklarda herhangi bir sertleştirici madde 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. Daha sonra bu madde 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 metil melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5-6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Püskürtme yöntemi ile soğuk suda çözülebilir hale getirilmektedir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir [3]. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajlı yanları vardır [87]:

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

Fenol formaldehit tutkalına 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 formaldehit 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 [87].

Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırımda kullanılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı suya karşı üre formaldehit tutkalından daha dayanıklıdır. Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir [88].

Yongalevha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir [97]:

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. 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.

Melamin formaldehit tutkalı katalizörlü ve katalizörsüz toz halinde satılmaktadır. Su ile karıştırılarak oda sıcaklığında da uygulanabilirler. Sertleştirici katılmak suretiyle düşük sıcaklıklarda kısa sürede sertleşme sağlanabilir. Fakat bu tip tutkallar sertleştirici içermeyenlere oranla dış hava koşullarına karşı daha az dayanıklıdır. Saf haldeki tutkal beyaz renktedir. Bu tutkala dolgu maddesi ilave edilirse üre formaldehit tutkalına benzer bir renk elde edilebilir. Melamin formaldehit tutkalı için dolgu maddesi olarak genellikle ceviz kabuğu unu kullanılmaktadır. Dayanıklı ve renksiz tutkallama yapmak mümkündür [94].

Kontrplak ve yongalevha için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kağıtların 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 için 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 oranını artırılması veya

kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kağıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilir [97].

Melamin formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından hazırlanmış olan melamin fenol formaldehit tutkalı bazı hususlarda üretildiği esas tutkallara göre daha iyi özelliklere sahiptir. Bu tutkalların hem sertleşmiş hem de sertleşmemiş durumdaki molekül yapılarının analizi melamin ve fenolün ön kondenzasyonunun oluşmadığını ve iki ayrı reçinenin bir arada bulunduğunu göstermiştir. Bunun nedeni, pH'ın bir fonksiyonu olarak fenolik ve melamin metilol gruplarının reaktifliğindeki farklılıktır. Bu tutkalların katı hali ikisinin bir ön polimeri değildir. Fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarının ayrı ayrı birbiri içine nüfuz eden ağ oluşumu bir polimer karışımı gibidir. Melamin formaldehit/fenol formaldehit karışımı Avrupa'da dış ortam kontrplaklarının üretiminde kullanılmaktadır [97].

1.3.3.1.5. 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, transportör ve preslerde sorun oluşturur [3, 24]. Yapılan bir araştırmada etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur [98].

1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar (polivinil asetat, polivinil klorür), ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen ve soğutulduklarında yeniden sertleşen tutkallardır. Bu tür tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk serleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, odunu lekeleme kusuru olmaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması

gibi özellikleri yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncaları vardır [3].

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 bir çoğunun, 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. Değişik kimyasal yapıda polivinil asetat yapay reçineler elde edilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı gereci olarak yumuşatıcı, sertleştirici, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır. Buna göre piyasada amaca bağlı olarak üretilmiş iki polivinil asetat tutkalı bulunur [99].

Polivinil asetat montaj tutkalı koyuca kıvamda üretilmiş bir tutkal türüdür. Montaj tutkalı; zıvanalı, kavelalı, dişli birleştirmelerde, mobilya üretiminde masif parçaların yapıştırılmasında, dekorasyon elemanlarının montaj ve tutkallanmasında, yapay reçine kaplamalarının yapıştırılmasında kullanılır. Birleştirmelerde iki tarafa sürülmesi halinde, inceltmesi (sulandırılması) yerinde olur. Montaj tutkalı en olumlu sonucu 20 °C'de verir. Sıcaklığın artması pres zamanını kısaltır. Sıkıştırma basıncı yumuşak ağaçlarda 2-3 kg/cm², sert ağaçlarda 5-6 kg/cm² arasında değişir. Montaj tutkalı ile yapıştırılan iş sıcaklığa bağlı olarak en az 30 dakika sıkılı kalmalıdır. Süre uzatılırsa tutkalın bağlanma gücü artar. Bu sürenin saptanmasında üretici firmanın tavsiyesine uyulmalıdır [16].

Kutu mobilya üretiminde, parçaların montajında bir yöntem, parçaların verniklenmesinden sonra montaj edilmesidir. Bu durumda yapıştırıcının vernikli katmanı eriterek içeriye nüfuz etmesi gerektiğinden, bu tür işleri normal polivinil asetat tutkalı ile yapmak sakıncalıdır. Normal polivinil asetat tutkalı, bir tarafı vernikli iki yüzeyi yeterli sağlamlıkta birbirine bağlamaz. Bu durumda verniklenmiş işlerde kullanılan vernik tutkalı uygundur. Vernik tutkalı, vernik katmanında yüzeysel bir çözünme yaparak, iki parçanın birbirine yapışmasını sağlar. Tutkallanacak iki parçanın vernikli olması halinde de

yapıştırma gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumda, presleme zamanının arttırılması gerekir [16].

Polivinil asetat tutkalının bir diğer türü; polivinil asetat kaplama tutkalıdır. Normal PVA tutkalı ile yapıştırma yapmanın bazı sakıncaları vardır. Özellikle tutkalın yüzeye kusması halinde düzgün ve dengeli bir üst yüzey işlemi yapılamaz. Bazı yapay reçine vernikleri (polyester) yüzeyde kusurlu katman oluşturur. Preslemede yüksek sıcaklık uygulanamaz, rutubete karşı dayanıklı değildir. Bu nedenle; özel kaplama tutkalı kullanılarak, tutkalın yüzeye çıkması önlenir ve preslemede yüksek sıcaklıklar kullanılabilir.

Normal PVA tutkalı da kaplama tutkalı olarak kullanılabilir. Ancak, aşağıdaki reçeteye göre hazırlanmalıdır [16]:

1 kg PVA tutkalı, 100-300 gr tebeşir tozu veya un, 100-300 gr su.

Katkı maddeleri önce su ile macun halinde karılır ve sonra su ile karıştırılır. Kullanımı kolaydır. Sertleştirici kullanılmaz. Yüzeyle yayılımı ve temizlenmesi kolaydır. Preslemede düşük basınçlar uygulanabilir. Yapıştırılacak malzeme ve ortam sıcaklığının 10-20 °C, bekleme süresinin 150 g/m² için 6-8 dakika, 200 g/m² için 10 dakikayı geçmemesi, 50 °C sıcaklıktaki presleme süresinin 150 g/m² için 12 dakikayı geçmemesi gerekir.

Asetilen ve asetik asitten üretilen PVA tutkalının polimerizasyonu kolay ve maliyeti düşüktür. Ahşap ve ahşap kökenli malzeme yapıştırılmasında solvent (inceltici) olarak sudan faydalanılır. Diğer malzemelerin yapıştırılmasında, düşük kaynama noktasına sahip alkol, ester ve keton gibi diğer solventler kullanılır. Sertleşme tamamen fizikseldir. Sertleşme esnasında, solvent (su) ahşap tarafından emilir ve buharlaşır. Sertleşen katman renksizdir. Kullanım kolaylığı, bu türlerin en önemli avantajıdır. Sertleştirici kullanılmaz. Yüzeyle kolay yayılır ve temizlenmesi kolaydır. Fırça, rulo, ve silindirik tutkal sürme makinesi ile uygulanabilir. Preslemede düşük basınçlar kullanılabilir. Kuru dayanımı yeterli olup, sürekli yük için uygun değildir. Soğuk sıkılır. Sıcak preslemede mümkündür. Bu tutkallar yongalevha üretiminde önemli değildirler [16].

1.3.3.3. Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, sıcakta sertleşen kan albümini gibi tutkallar ve tanen, sülfat atık suyu, soya fasulyesi tutkalı gibi bitkisel yapıştırıcılar kullanılmaktadır [24].

Doğal tutkallar, yongalevha endüstrisinde son derece düşük bir oranda kullanılmaktadırlar. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yongalevha üretiminde kullanılabilme imkanları araştırılmış ve bu sanayii dalında kullanılabileceği saptanmıştır [100, 101, 102]. Yapılan bir araştırmada soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yongalevhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir [103]. Mo ve arkadaşları (2001) soya ve metilen di izosiyanat tutkalı kullanarak üretilen yongalevhalarda izosiyanat tutkalının mekanik direnç özellikler bakımından daha uygun sonuçlar verdiğini tespit etmişlerdir [104]. Yapılan araştırmalar sonucu kabuk tanenlerinin yongalevha üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılabileceği bildirilmiştir [105, 106, 107].

Glutin tutkalı daha çok el sanatlarında ve tabakalı ağaç malzemelerde kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır [24].

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 [24].

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Hem asit hem de bazlarla tuzlar meydana getirmektedir. Kazein tutkalının küf ve mikroorganizmalar etkisiyle meydana gelen bozulmasını önlemek için % 3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır. Kullanım sırasında ağaç malzeme rutubetinin % 5-8 olması arzu edilir [24].

Tanen olarak bilinen doğal polifenoller odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava şartlarında kullanılacak yongalevha üretimine uygun olmaktadır. Sülfite atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfite atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yongalevhelerde suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yongalevha üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılmaktadır. Bu konuda ilk çalışmalar 1950 yıllarında başlamış ve sentetik tutkalların pahalılaşmasına paralel olarak yoğunlaşmıştır [24].

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından sonra elde edilir. Kontrplak endüstrisinde soğuk ve sıcak yöntemler uygulamak suretiyle kullanılabilir [24].

1.3.3.4. Anorganik Tutkallar

Bunlar; çimento, alçı ve magnezit olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve Portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir [24].

1.3.4. Katkı Maddeleri

Yongalevha endüstrisinde, sentetik reçinelere ilave edilmek sureti ile kullanılan katkı maddeleri; preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme ve bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler [16].

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişiklik göstermektedirler. Üre formaldehit, fenol formaldehit ve melamin formaldehit reçinelerinin sertleştirilmesinde kullanılanlar ve kullanma şartları aşağıda açıklanmıştır.

Üre formaldehitin kullanımında, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat ilave edilmektedir [16, 24].

Suda çözünebilen fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135-155 °C arasında olması gerekmektedir. Fakat, sertleştirici kullanmak sureti ile sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat karıştırılabilir [16, 24].

Melamin formaldehit, 90-140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir [16, 24].

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

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. Özellikle, % 0.2-0.3 oranında parafin kullanılması durumunda, levhanın şişme özelliklerinde dikkate değer bir azalış olduğu ve mekanik özelliklerde bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir [3]. Papadopoulos ve Gkaraveli (2003)'e göre proponik anhidrit kullanımı yongalevhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır. Fakat bu uygulama yüzeye dik çekme direnci üzerinde olumsuz etki yaratmıştır [108]. Yusuf (1996) odun yongalarının su buharı ile muamelesinin yongalevhanın boyutsal stabilizasyonu arttırdığını bildirmiştir [109]. Unchi (1996)' e göre odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde olumlu yönde rol oynamaktadır [110].

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Yongalevhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır [111]. Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, çinko, arsenik, bakır, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır [3]. Yapılan bir araştırmada yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir [112]. Bu maksatla [26]:

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 [113].

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 [3, 16, 24].

Kaba yongalama makineleri, genellikle kereste endüstrisi artıklarının yongalanmasında kullanılmaktadır. Bu makinelerden elde edilen yongaların boyları 10-60 mm arasında değişmektedir. Bu amaçla, silindir veya diskli kaba yongalama makineleri kullanılmaktadır. Odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° 'lik açı yapacak şekilde kesilirler [16].

Yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga hazırlanma işlemine normal yongalama denilmektedir. Genişlik sınıflandırması yoktur. Normal yongalama için, diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılmaktadır. Kaliteli levha üretimi için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen 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. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile, bir kısmı uygulanan teknoloji ile bir kısmı da makinelerin durumu ile ilgilidir [3].

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 istenmektedir [3]. Yongaların kurutulması; ağaç türüne, yonga boyutlarına, özellikle yonga kalınlığına, özgül ağırlığına ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Ayrıca kurutma 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, çok bantlı kurutucular, kontak kurutucular ve boru demetli 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 ayrı kurutulmalıdır [114].

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 [114]. Bunun için iki sistem mevcuttur [3]:

- 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 yongaları depolamak için silolar kullanılmaktadır. Yonga siloları, yongaların hareket yönüne göre; yatay, düşey ve rotasyon siloları olmak üzere üçe ayrılmaktadır [24].

Yongalevha üretimi sırasında, yongaların kademeler arasında taşınması gerekmektedir. Taşınırken yonga kalitesi bozulmamalıdır. Bu sebeple, transport seçiminde yongaların ağırlık, hacim ve rutubet gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Bu maksatla kullanılan yonga transportörleri mekanik ve pnömatik olmak üzere iki çeşittir [3, 16].

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 uyulmalıdır [3]. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmaktadır. Yüzey tabakalarında kullanılan yongalar ince ve spesifik yüzey alanları daha fazla olduğu için daha fazla tutkal kullanılmalıdır. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması, bütün yonga yüzeylerinin tutkalla kaplanması için büyük bir önem arz etmektedir. Orta ve yüzey tabakalarında

kullanılan tutkalin 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 [114].

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 [3].

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların yeknesak bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazırlanması yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Dökme sistemi Novopan sitemi 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 ayrı tutkallandıktan sonra uygun ortamlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır. Savurma sistemi Behr-Himmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bison siteminden tek farkı hava akımı yerine yongalar bir silindir tarafından fırlatılmakta ve savrulmaktadır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar yakına düşmektedir. Levhanın diğeri yanının oluşması için birincinin aksi yönde savurma yapılmaktadır [114]. Levha taslağı, serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir [24].

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 [16]. Okal tipi yongalevha üretiminde soğuk presleme uygulanmamaktadır. Yongaların soğuk preslenmesinin amaçları aşağıda açıklanmıştır [3]:

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 [3]. Sıcak presler fasıllı ve fasıllı olmaya 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 göre 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir. Presin kapanma süresinin kısa olması yüzey tabakalarını normalden daha yüksek orta tabakanın ise daha düşük özgül ağırlıkta olmasına neden olur. Presleme koşullarının yetersiz olması levhalarda patlamaya sebep olmaktadır [114].

Presten çıkarılan levhalar soğutma kanalı, soğutma presi 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. Bundan sonra, levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen

levhalar depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 18-24 °C, bağıl nemi % 60-65 olmalıdır [3].

1.5. Yongalevhanın Kullanım Alanları

Yatay preslenmiş yongalevhalar; mobilya, inşaat, dekorasyon ve prefabrik ev yapımında değerlendirilmektedir. Bu amaç için en çok 600-700 kg/m³ özgül ağırlıkta yongalevhalar üretilmektedir. Genel olarak 13-22 mm kalınlığındaki yongalevhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4-8 mm kalınlıklardakiler ise arka yüzeylerde tercih edilmektedir. Yüksek özgül ağırlıktaki levhalar prefabrik konut üretiminde tercih edilirken, hafif ve normal levhalar marangozluk ve mobilya üretiminde değerlendirilmektedir. Yatık yongalı levhalar marangozlar tarafından mutfak dolaplarında ve dekorasyonda kullanılmaktadır. Yatay preslenmiş yongalevhaların diğer kullanım alanları aşağıda açıklanmıştır [15]:

1. Radyo, televizyon ve müzik seti mobilyaları
2. Bölmeler
3. Kapı
4. Duvar levhaları
5. Konser, sinema ve tiyatro salonlarında duvar kaplama levhaları

Çimentolu yongalevhalar; ateş, don, çürüme, mantar, böcek ve rutubete karşı dayanıklı oldukları için prefabrik ev, kırsal alan konutları, işletme ve yönetim binaları, okul, danışma ve kamp binaları, büro inşaatı, hastahane, çocuk yuvaları, dış duvar kaplamaları, bölme duvarları, yangın koruma kapıları, banyo, mutfak bölmeleri, taban ve tavan elemanları, balkon korkulukları, yat ve tekne dekorasyonlarında değerlendirilmektedir.

Dikey preslenmiş yongalevhalar prefabrik yapılarda yaygın şekilde kullanılmaktadır. Bu tip levhaların eğilme direnci yatay preslenmişlere göre oldukça düşüktür. Bu nedenle eğici kuvvetlerin etkin olduğu yerlerde genelde tercih edilmemektedir. Prefabriğe yapılarda özellikle delikli levhalar kullanılır. Bu yapıların ana inşaat materyali masif kereste ve okal tipi levhalardır. Delikli levhalar ısı izolasyonu ve ses izolasyonu için uygundur. Delikler içerisine hafif izolasyon maddeleri yerleştirilir. Ses izolasyonunda deliklerin içerisine kum doldurulmaktadır ve böylece levhanın ağırlığı

artırılır. Ayrıca levhalar içerisindeki delikler elektrik ve su borularının döşenmesinde işe yararlar. Okal tipi levhalar başkaca, hazır kapıların iç kısımlarında, delikli olanlar dolgu materyali olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında mobilyacılıkta, dükkanların iç ve dış kısımlarında dekorasyon ve örtme maksatları için, masa, duvar, raf yapımında, radyo, televizyon, müzik dolabı, ilan tahtası, okul yazı tahtaları, diğer inşaat işlerinde, gemi ve taşıt yapımında kullanılmaktadır [3].

Hammadde olarak kullanılan karton içecek kutuları kraft kartondan üretilmiş olup, iç kısımları alüminyum folyo ve dış kısımları polietilen içermektedir. Karton kutular plastik malzeme içerdiğinden preslemede uygulanan sıcaklıkta polietilen eriyerek tutkal görevi görmektedir. Bu levhalar içinde su bulunmadığı için hidrofobik karakterdedir. Böylelikle kullanım yerinde bünyesine su almak suretiyle kalınlığına şişme ve deformasyona uğrama problemi en azdır. Bu levhalar ısı ve ses yalıtımı özelliğine sahiptir. En çok beton kalıbı, beyaz eşya üst yüzeyleri, duvar bölmesi, dikey yüzeylerin kaplanması, mobilya ayakkabı topuğu v.b. yerlerde değerlendirilir [15].

Kalıplanmış yongalevhaları, eşyanın son kullanım yerine uygun şekilde üretilmiş ürünlerdir. Bunların üretim metoduna göre kullanım yerleri aşağıda açıklanmıştır [15].

a. Collipres metodu: Kasa veya kutu biçiminde şişe, konserve kutusu gibi ağır malzemelerin ambalajlanması için geliştirilmiştir. Şişe kasaları, taşıma ve depolama kapları ile cephane sandıkları kullanımları arasındadır.

b. Termodin metodu: Bu metotla elde edilen ürünler klozet kapakları, oyuncak araba tekerlekleri ve palet taşıyıcıları olarak değerlendirilmektedir.

c. Werzalith metodu: Bu ürünler İngiltere’de “Form wood”, Japonya’da “Molpar”, ülkemizde “Werzalith” adı altında üretilmektedir. Bunlar; depolamada kullanılan paletler, beton kalıp elemanları, dış hava koşullarına dayanıklı bina elemanları, yüzey kaplamaları, balkon korkulukları, merdiven küpeşterleri, pedavra yerine kullanılan çatı tahtaları, pencere panjurları, garaj kapıları, bahçe çit malzemeleri, bir defa kullanılıp atılan ambalaj kapları, iç mekanların dekorasyonunda kullanılan lambripler, televizyon kutuları ve ambalaj kapları üretiminde kullanılmaktadır.

Yönlendirilmiş yongalevhalar (OSB) sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontrplak, kontrtabla ve masif tahtaların yerine kullanılabilir. Bu tip levhalar standart yongalevhaların kullanılmadığı, daha fazla direnç gerektiren tüketim yerleri için geliştirilmiş ve endüstriyel olarak üretilmektedir. OSB levhalarının en büyük avantajı,

kullanım yerlerinin isteklerine uygun bir şekilde üretilme olanaklarının bulunmasıdır. OSB levhaları tek tabakalı ve üç tabakalı üretilbildiği gibi yüzey tabakaları yönlendirilmiş, orta tabaka yönlendirilmemiş olabilir. Çok tabakalı levhaların Bir tabakası üretim yönünde, diğeri buna dik olmak üzere üst üste gelebilir. Diğer taraftan OSB levhalarının üzeri soyma kaplamalarla kaplanarak çeşitli amaçlar için üstün nitelikli malzemeler haline getirilebilir. Bu tip levhalar, prefabrike ev yapımında, dam ve duvar örtüleri, yer döşemesi, inşaat için kalıp tahtaları olarak kullanılabilir. Üzeri kaplanmış olan OSB levhaları ise kontrplak ve kontrtablaların tüketildiği her yerde tercih edilebilir [15].

Odundan elde edilen yonga partiküllerinin manyezit ile yapıştırılması sonucu üretilen levhalara heraklith denir. Bunlar ses yalıtım levhaları olarak değerlendirilebilir. Ancak manyezitin su çekme özelliği burada bir sakınca yaratmaktadır.

Etiket yongalevhalar (Waferboard) genelde kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilir, tutkal türüne bağlı olarak dış hava koşullarında, çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme ve döşeme altı materyali olarak değerlendirilebilir. Ahşap çerçeve konstrüksiyon olarak üretilen prefabrik binalarda kaplama materyali olarak, ayrıca bu malzemeler yapı elemanları olarak değerlendirilir. Çatı malzemesi olarak değerlendirilen levhalarda levhaların sürtünme katsayısını artırmak için preste elek teli kullanmak suretiyle yüzeyine pürüzlülük verilir. Kaplama ve döşemelik levhaların dışındakiler herhangi bir yüzey işlemi yapılmadan kaplanılmaktadır. Levha yüzeyleri istenildiğinde verniklenebilir ve boyanabilir [15].

Yongalevhalar yüzey ve kenarları kaplanarak kullanılmaktadır. Bu amaç için katı ve sıvı yüzey kaplama malzemeleri kullanılmaktadır. Kaplanmış yongalevhalar ofis mobilyaları, mutfak tezgahları, mutfak ve banyo dolap kasaları, masa tablaları, amerikan bar yüzeyleri, bilgisayar masaları, kapı, korniş, süpürgelik, merdiven küpeştesi, lambri, pencere denizliği, oda bölmesi, taban ve tavan kaplama, fuar standı, dış cephe kaplaması, okul sıraları, tuvalet ve duş kabinleri ve nakil vasıtalarının tavan ve duvar kaplamalarının üretiminde kullanılmaktadır [16, 115, 116, 117]. Bu tür mobilyalar, kullananlara göre kolayca temizlenebilirliği, zor çizildiği, asitler ve diğer maddelerden etkilenmediği gibi özelliklerinden dolayı özellikle mutfaklarda, banyolarda, çocuk odalarında ve hastahanelerde tercih edilmektedir. Avrupa 'da yapılan istatistiklere göre; dekoratif levhalar çoğunlukla mutfak mobilyasında yaklaşık % 42, % 35 diğer mobilyalar, % 7 yolcu taşımacılığında kullanılan araçlarda (gemi, otobüs, tren), % 12 kapı ve duvar panellerinde

ve % 4 diğer amaçlar için kullanılmaktadır. Rakamlar ülkelere göre değişme göstermektedir. Örneğin, İskandinavya 'da araçlar için bu oran % 17 'dir [16].

1.6. Yongalevhanın Özelliklerini Etkileyen Bazı Faktörler

Odun kökenli levha ürünleri içerisinde yongalevha üretimi en çok üretilen malzemelerden biri olma özelliğini taşımaktadır. Bu durumun nedeni, yongalevha üretiminde kullanılacak hammadde sayısının fazlalığı ve üretim koşullarındaki değişikliklerle özelliklerinin iyileştirilebilmesinden kaynaklanmaktadır. Son yıllarda çeşitli kullanım yerlerinin isteklerine uygun yongalevha üretebilmek için çok çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmaların amacı; daha dirençli ve daha stabil levha üretmektir.

Yongalevha üretimi için iğne yapraklı ağaçlar, yapraklı ağaçlara göre daha uygundur [118, 119, 120]. Yongalevha üretimi için özgül ağırlığı düşük olan türler tercih edilir, orta özgül ağırlıktaki türler kolay ve ucuza bulunabiliyorsa kullanılır, fakat çok yüksek özgül ağırlığa sahip türlerden sakınılır [118, 121].

Bir ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşmesi üzerinde etkilidir. En iyi sertleşme odunun PH değerinin 4-5 olması durumunda gerçekleşmektedir [122]. Yongalara kabuk karıştırılması durumunda levhaların direnç değerlerinde düşme olmakta, levha yüzeyinde koyu lekeler oluşmaktadır. Buna rağmen kabuk kullanımı levha ağırlığının % 5-10'unu aşmadığı takdirde levha özellikleri üzerine olumsuz etki yapmadığı belirtilmektedir [123].

Fazla permeabil ağaç türlerinde elde edilen yongalar daha fazla tutkal absorbe edecekleri için, levha özelliklerinde olumsuz etkiler gözlenecektir [124]. Doğal reçine gibi ekstraktif madde ihtiva eden ağaç türlerinde üretilen yongalevhalara bu maddeler bir miktar su iticilik kazandırmaktadırlar. Fazla uçucu özelliğe sahip ekstraktifler ise levha yüzeylerinde kabarmalara neden olabilir [118, 122].

Üretimde kullanılan tutkal miktarının artması levhanın direnç özelliklerini yükseltmekte ve kalınlığına şişme oranını azaltmaktadır [125, 126]. Fenolik tutkallar ile izosiyanat tutkalı rutubete ve suya karşı dayanıklıdır. Dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılacak yongalevhalar için bu tutkallar uygundur [127].

Yonga kalınlığının artırılması sonucu eğilme direnci ve elastiklik modülü azalmakta, kalınlığına şişme oranı yükselmektedir [125, 128]. % 5 oranında toz ve küçük boyutlu yongaların normal yongalara ilave edilmesi durumunda eğilme direnci ve elastiklik

modülü azalmakta, kalınlığına şişme ise iyileşmektedir [27]. Levha özgül ağırlığının artması ile mekanik özellikler iyileşmekte, boyutsal stabilite yükselmektedir [24, 27,118, 122, 129, 130].

Kullanım sırasında levhalar çok çeşitli hava şartlarına maruz kalmaktadır. Levha rutubeti ve sıcaklığının artması mekanik dirençleri düşürmektedir [131, 132]. Taslak rutubeti levha özelliklerini etkileyen faktörlerden biridir. Yonga rutubetinin çok az olması durumunda direnç özellikleri azalmaktadır. Yüksek rutubet ise levhanın patlamasına sebep verebilir [122, 133].

Yongalevhaya ilave edilen en önemli katkı maddesi parafindir. Bu maddenin kullanım amacı levhanın su almasını ve şişmesini azaltmaktır. % 1'in üzerinde parafin ilave edilmesi durumunda direnç değerleri azalmaktadır. Levha üretiminde kullanılan yanmayı geciktirici maddeler makinelerde işlenmeyi güçleştirdiği gibi yüksek sıcaklıklarda levhanın rengini koyulaştırmakta ve yapışma direncini azaltmaktadır [122].

Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için hammadde rutubetinin % 30-60 arasında olması gerekir. Pres sıcaklık, süre ve basıncının yeterli olmayışı sonucu levhada ayrılmalar olabilir. Levhalar presten zamanında çıkarılmadığı takdirde 170 °C'nin üzerindeki sıcaklıklarda önemli ölçüde direncin azalmasına sebep olan termik bozulmalar meydana gelebilir [118]. Yongalevhanın hemen hemen bütün özellikleri pres sıcaklık, süre ve basıncının artmasıyla iyileşmektedir [134].

Yongalevha özelliklerini etkileyen bir diğer faktör üre formaldehit tutkalındaki formaldehit/üre mol oranıdır. Bu oranın düşmesi ile genel olarak levhanın bütün özellikleri kötüleşmektedir. Ancak, levhalardan ayrılan formaldehit emisyonu önemli ölçüde azalmaktadır. Üç tabakalı levhaların eğilme direnci tek tabakalı levhalardan biraz daha yüksektir. Tek tabakalı levhalar ise daha az şişmekte ve yüzey dik çekme dirençleri daha yüksek bulunmaktadır [122].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal

2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odunu ile dökülmüş sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibreleri kullanılmıştır. Okaliptus odunun kabukları soyulmuş, sahil çamı ibrelerinin toplanması Eylül ve Şubat aylarında gerçekleştirilmiştir.

2.1.2. Tutkal

Deneme levhalarının üretimi için üretici firmadan sağlanan üre formaldehid ve yüzeye dik çekme denemelerinde kullanılan polivinil asetat tutkallarının özellikleri aşağıda verilmiştir.

Üre Formaldehid Tutkalı:

Katı Madde Oranı (%)	60±1
Yoğunluk (20 °C)	1.26-1.28 g/cm ³
Viskozite (20 °C)	200-400 cps
Akma Zamanı (20 °C)	35-70 sn
Ph (20 °C)	7.5-8.5
Serbest Formaldehid (%)	0.20 max
Jelleşme Zamanı (100 °C)	45-60 sn
Depolama Zamanı (25 °C)	45 gün

Polivinil Asetat Tutkalı:

Beyaz renkli	
Yoğunluk	1.1 g/cm ³
Viskozite	160-200 cps
Bekletme Süresi (20 °C)	0-15 dk
Pres Basıncı	2-5 kg/cm ²

Pres Süresi (20 °C)	5-15 dk
Sertleşme Süresi	15 dk

2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

2.2.1. Yongaların Üretimi

Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odunları laboratuara getirilmiş ve taze halde kabukları soyulmuştur. Bunu takiben kaba yongalayıcı makinenin kullanım talimatına uygun 2.5 cm kalınlıkta biçilmiştir. Odun ve ibrelerin kaba yongalanması için Robert Hildebrand marka laboratuvar (20/6/2) tipi iki bıçaklı kaba yongalayıcı makine kullanılmıştır. Makine silindirinin altında mevcut kesici ızgara sayesinde yaklaşık aynı boyutlarda yonga elde edilmektedir. Kaba yongalama makinesinde elde edilen yongalar R. Hildebrand marka ve 6 çekiç, 16 bıçaktan oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde levha üretimi için uygun boyutlara getirilmiştir.

2.2.2. Eleme

Yongaların tasnif edilmesi için Algemaier marka horizontal hareket eden dört kademeli elek kullanılmıştır. 3 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar tekrar ince yongalama makinesinde yongalanmışlardır. 3 mm gözenekli elekten geçip 1 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 1 mm gözenekli elekten geçen 0.5 mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar dış tabakalarda kullanılmak üzere tasnif edilmiştir.

2.2.3. Kurutma

Elenen yongalar laboratuvar tipi kurutma fırınında 90 °C'de % 3 rutubete kadar kurutulmuştur.

2.2.4. Tutkallama

Yongaların tutkallanmasında tek enjektörlü 6 kg/cm² basınca dayanıklı beş karıştırma koluna sahip tutkallama makinesi kullanılmıştır. Bu makinede motora bağlı milin dönmesi ile dönme hareketi karıştırma kollarına iletilmekte ve böylece yongalar düzenli bir şekilde karıştırılarak homojen tutkallama sağlanabilmektedir.

Tutkallama miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla verilmiştir. Odun yongalarının tutkallanmasında tutkal çözeltisi hazırlanırken sertleştirici madde olarak % 1 oranında % 20'lik amonyum klorür ilave edilmiştir. İbrelerin tutkallanmasında ise sertleştirici kullanılmamıştır. Tutkallamada karıştırma süresi tutkal dağılımının homojen olmasını sağlamak için 5 dakika olarak ayarlanmıştır. Üretimi gerçekleştirilen deneme levhası tipleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha Tipi	Odun Oranı (%)	İbre Oranı (%)	İbre Toplama Zamanı	Orta-Dış Tabaka Tutkal Kullanım Oranı(%)
1	100	0	-	9-11
2	75	25	Eylül	9-11
3	50	50	Eylül	9-11
4	25	75	Eylül	9-11
5 ^x	0	100	Eylül	9-11
6 ^{xx}	0	100	Eylül	9-11
7	75	25	Eylül	10-12
8	50	50	Eylül	10-12
9	75	25	Şubat	9-11
10	50	50	Şubat	9-11
11	25	75	Şubat	9-11
12 ^x	0	100	Şubat	9-11
13 ^{xx}	0	100	Şubat	9-11
14	50	50	Şubat	10-12
15	25	75	Şubat	10-12

Not: ^x- İbre sadece orta tabakada kullanılmıştır.

^{xx}- İbre tüm tabakalarda kullanılmıştır.

Diğer levha tiplerinin üretiminde dış tabakalarda sadece okaliptus odunu yongaları kullanılmıştır.

2.2.5. Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslağının hazırlanmasında 56.5x56.5 cm boyutlarında şekillendirme çerçevesi ve 1.8 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılmıştır. Üretilen levhaların dış tabakaları, levha kalınlığının % 40'ını, orta tabaka % 60'ını oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Levha özgül ağırlığı 0.70 g/cm³ olarak belirlenmiştir. Çerçeve pres sacı üzerine yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş ardından tutkallanmış orta tabaka ve ikinci dış tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. Şekillendirme tablası yavaş yavaş ve levha kenarlarına zarar vermeden çıkarılmıştır. Daha sonra levha taslağı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek preslemeye hazır hale getirilmiştir.

2.2.6. Presleme

Levha taslakları laboratuvar tipi ve levha büyüklüğü 70x89 cm olan, elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik preste preslenmiştir. Preslemede 1.8 cm kalınlığında kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen bir şekilde aynı kalınlıklarda olmaları sağlanmıştır. Böylece her levha tipinden 3'er adet olmak üzere toplam 45 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı 149 °C, pres süresi 5 dakika ve pres basıncı 24-26 kg/ cm² arasında tutulmuştur.

2.2.7. Pres Sonrası İşlemler

Her gruptan levhalar preslendikten sonra tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında soğuyuncaya kadar bekletilmişlerdir. Bu şekilde soğuyan levhalar TS 642'ye göre sıcaklığı 20 °C ve bağıl nemi % 65 olan klima odasında üç hafta süre ile bekletilmiş ve klimatize edilen levhalardan denemeler için gerekli örnekler kesilmiştir [135]. Hazırlanan örnekler deneme anına kadar bekletilmek üzere tekrar klima odasına konulmuştur.

2.3. Araştırma Yöntemi

Hammadde odun ve ibrelerin anatomik ve kimyasal özellikleri ile deneme levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler aşağıda sıralanmıştır. Deneyler sonunda elde edilen verilerin dağılımı, aritmetik ortalama (\bar{x}), standart sapma (S) ve varyasyon katsayısı (V %) hesaplanarak istatistik anlamda karşılaştırılmıştır.

2.3.1. Anatomik Çalışmalar

2.3.1.1. 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 alınan 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. Alınan 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 [136,137].

2.3.1.2. 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 [138].

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 [137,138,139].

2.3.1.3. Ölçüm ve Sayımların Yapılması

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

1 mm^2 deki trahe sayısı x10 objektif altında “Reichert” projeksiyon mikroskobu (Vizopan Nr. 364363) ile saptanmıştır. 1 mm^2 deki trahe sayısı yıllık halka sınırı dikkate alınarak ve alan içinde kalan her trahe tek tek sayılarak belirlenmiştir [139,140]. Trahelerin radyal ve teğetsel çapları lümen esas alınarak en geniş noktadan x10, x16, x40 objektif ile 4897936 nolu “Carl Zeiss” araştırma mikroskobunda ölçülmüştür. Liflerin uzunluğu x2,5; genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı ise x40 objektif kullanılarak 4897936 nolu araştırma mikroskobunda ölçülmüştür. Trahe hücre uzunluğu, trahe hücrelerinin uç kısımlarını da içerecek şekilde ölçülmüştür [139,141,142].

2.3.2. Kimyasal Özelliklerin Belirlenmesi

Kibrit çöpü büyüklüğünde inceltilecek 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 standartlı 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 [143].

2.3.2.1. pH Değerleri

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 [144].

2.3.2.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Alkol-benzende çözünen madde miktarları, TAPPI T 204 cm-97 standardına göre, 1/2 oranında benzen alkol karışımı (33 hacim %95 C₂H₅OH, 67 hacim benzen) ile odun örneği 4 saat ekstrakte edilerek belirlenmiştir. Örnekte çözünen kısım, tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmıştır [145].

2.3.2.3. % 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 süzülmüştür. %10'luk 50 ml. asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra 105±3 °C' de

kurutulmuş ve desikatörde soğutulmuş olarak tartılmıştır. Sonuç; tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak belirlenmiştir [146].

2.3.2.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Sıcak su çözünürlüğü TAPPI T 207 cm-99 standardına göre belirlenmiştir. Buna göre; 2 gram örnek 200 ml'lik erlenmayere konularak üzerine 100 ml destile su ilave edilmiştir. Erlenmayer soğutucu altında 3 saat süre ile kaynatılmış, ardından kalıntı 2 nolu krozedden süzölmüş ve 105±3 °C' de kurutulmuş ve tartılmıştır. Sonuç; tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak belirlenmiştir [147].

2.3.3. Fiziksel Özellikler

2.3.3.1 Özgöl Ağırlık

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgöl ağırlık değerleri esas alınmıştır. Özgöl ağırlık deneyi TS EN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır [148]. Özgöl ağırlık belirlemede ayrı örnek hazırlanmamış, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 50*50 mm boyutlarında 30 adet örnek kullanılmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile, genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise mikrometre ile ±0.01 duyarlılıkla ölçölmüştür. Buna göre özgöl ağırlık (δ);

$$\delta = \frac{m}{V} (g / cm^3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m=Örnek Ağırlığı (g)

V=Örnek hacmi (cm³)

(1)

2.3.3.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir [149]. Rutubet miktarının belirlenmesinde iki ayrı örnek hazırlanmış eğilme direnci ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalardan yararlanılmıştır. 50x50 mm boyutlarında hazırlanan 30 adet örneğin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiş ve 101-105 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m₀= Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

(2)

2.3.3.3 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 30 adet örnek hazırlanmıştır [150]. 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, 24, 48 ve 72 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

e_y= Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k= Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

(3)

2.3.4. Mekanik Özellikler

2.3.4.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi EN 310 (1993) standardına uygun olarak yapılmıştır [151]. 400x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya 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. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3xFL}{2xbxd^2} \text{ kg/cm}^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d= Örnek kalınlığı (cm)

b= Örnek genişliği (cm)

(4)

2.3.4.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

Eğilmede elastiklik modülü EN 310 (1993) standardına uyularak belirlenmiştir [151]. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen 30 adet örneğin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komperatör ile 0.01 mm , kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1kg duyarlıkla belirlenmiştir. Eğilmede elastiklik modülü (E):

$$E = \frac{FL^3}{4x\Delta exbd^3} \text{ kg/cm}^2$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

Δe = Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)

(5)

2.3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1993)'da belirlenen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir [152]. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 30 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca 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. Kırılmaların levha yüzeylerine çok yakın olduğu örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci;

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

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

A = Örnek enine kesit alanı (cm²)

(6)

2.4. İstatistik Yöntemler

Örnek üzerinde yapılan deneyler sonunda elde edilen verilerin değerlendirilmesi amacıyla bir faktör iki örneklemede uygulanan t-testi ile ortalama değerler karşılaştırılmıştır. İki'den fazla örnek ve bir faktör söz konusu olunca basit varyans analizi kullanılarak değişkenlerin etkili olup olmadıkları belirlenmiştir. Etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler Newman-Keuls testi ile karşılaştırılmıştır [153].

3. BULGULAR

3.1. Anatomik Özellikler

3.1.1. Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri

Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odununun anatomik özellikleri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odununun anatomik özellikleri

Trahe dizilişi Yıllık halka Trahe enine kesiti Perforasyon tablası	Dağınık Belirgin değil Daire ve elips Basit
Trahe radyal çapı (µm)	187.79 (144.90-246.33)
Trahe teğetsel çapı (µm)	137.36 (101.43-173.88)
Trahe uzunluğu (µm)	373.26 (231.84-565.11)
Trahe sayısı (mm ² 'de adet)	11.72 (8-18)
Lif uzunluğu (µm)	863.02 (681.03-1014.03)
Lif genişliği (µm)	18.42 (14.28-24.99)
Lümen genişliği (µm)	11.78 (7.14-17.85)
Lif çeper kalınlığı (µm)	3.46 (1.78-5.35)
Özışını tipi	Üniseri ve biseri homoselüler, homojenTipI
Özışını sayısı (mm'de adet)	15.24 (12-18)
Özışını yüksekliği (µm)	272.99 (115.92-420.21)
Özışını genişliği (µm)	73.60 (28.98-115.92)

3.1.2. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) İbrelere Anatomik Özellikleri

Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibrelere anatomik özellikleri Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibrelere anatomik özellikleri

Lif yapısı Epidermis Sklerankima hücresi	Ünifasiyal Tek tabakalı 3-8’li kümeler halinde
Lif kalınlığı (µm)	908.92
Üst korteks (µm)	152.76
Alt korteks (µm)	336.07
Ana damar kalınlığı (µm)	420.09

3.2. Kimyasal Özellikler

3.2.1. pH Değerleri

Hammaddelere ait ortalama pH değerleri Tablo 4’de verilmiştir. Denemeler n= 2 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 4. Hammaddelere ait ortalama pH değerleri.

Hammadde	X	S	V
Odun	5.57	0.04	0.71
İbre*	3.52	0.02	0.56
İbre**	4.14	0.06	1.44

Not: X-Aritmetik Ortalama, S-Standart Sapma, V-Varyasyon Katsayısı, *- Eylülde toplananlar, **-Şubatta toplananlar

pH değerleri üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. pH değerleri üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1.82	2	0.91	999.99	***
Gruplar İçi	0.00	3	0.00		
Toplam	1.82	5			

Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının pH değeri 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.

3.2.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Hammadelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri Tablo 6'da verilmiştir. Denemeler n= 2 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 6. Hammadelere ait ortalama alkol-benzen çözünürlük değerleri (%).

Hammadde	X	S	V
Odun	4.31	0.14	3.24
İbre*	7.39	0.05	0.67
İbre**	6.19	0.05	0.80

Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	9.67	2	4.83	999.99	***
Gruplar İçi	0.01	3	0.00		
Toplam	9.68	5			

Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının 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.

3.2.3. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Hammaddelere ait ortalama % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Tablo 8'de verilmiştir. Denemeler n= 2 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 8. Hammaddelere ait ortalama % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri (%).

Hammadde	X	S	V
Odun	17.39	0.07	0.40
İbre*	32.26	0.09	0.27
İbre**	26.60	0.05	0.18

% 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. % 1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	199.27	2	99.63		
Gruplar İçi	0.00	3	0.00	999.99	***
Toplam	199.27	5			

Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının % 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.

3.2.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Hammadelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri Tablo 10'da verilmiştir. Denemeler n= 2 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 10. Hammadelere ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%).

Hammadde	X	S	V
Odun	4.93	0.03	0.60
İbre*	7.84	0.05	0.63
İbre**	6.31	0.06	0.95

Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 11. Sıcak su çözünürlüğü üzerine hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının etkilerine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5.80	2	2.90	999.99	***
Gruplar İçi	0.00	3	0.00		
Toplam	5.80	5			

Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının 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.

3.3. Fiziksel Özellikler

3.3.1. Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait ortalama özgül ağırlık değerleri Tablo 12’de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 12. Deneme levhalarının ortalama özgül ağırlık değerleri (g/cm^3)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.698	0.41	58.73
2	0.693	0.38	54.83
3	0.690	0.26	37.68
4	0.688	0.37	53.77
5	0.686	0.44	64.13
6	0.684	0.22	32.16
7	0.695	0.28	40.28
8	0.694	0.33	47.55
9	0.696	0.26	37.65
10	0.692	0.22	31.71
11	0.689	0.35	50.79
12	0.687	0.30	43.66
13	0.685	0.36	52.55
14	0.697	0.29	41.60
15	0.691	0.45	65.12

Yongalevhaların özgül ağırlıkları üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Özgül ağırlık üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	0.274	5	0.054	0.24	Ö.D
Gruplar İçi	0.038	214	0.000		
Toplam	0.312	219			

İbre kullanımının levha özgül ağırlığına etkisi % 5 hata payı ile önemsiz çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları

Tablo 14’de verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemsiz bulunmuştur.

Tablo 14. İbre kullanımının özgül ağırlık üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Kontrol	0.698 a
İbre Kullanımı: % 25	0.694 a
İbre Kullanımı: % 50	0.691 a
İbre Kullanımı: % 75	0.688 a
İbre Kullanımı: % 100	0.686 a
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	0.684 a

Özgül ağırlık üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 15’de verilmiştir. İbre toplanma zamanının levha özgül ağırlığına etkisi % 5 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Tablo 15. Özgül ağırlık üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (g/cm ³)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Ayı: Eylül	0.688	0.24	34.88	0.05	ÖD
Toplanma Ayı: Şubat	0.689	0.36	52.24		

Tutkal kullanım oranının levha özgül ağırlığı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Tutkal kullanım oranının levha özgül ağırlığına etkisi % 5 hata payı ile önemsiz çıkmıştır.

Tablo 16. Tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (g/cm ³)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	0.691	0.35	50.65	0.08	ÖD
Tutkal Kullanım Oranı: %10-12	0.694	0.28	40.34		

3.3.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet miktarı değerleri Tablo 17’de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yrtlmştir.

Tablo 17. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	X	S	V
1	9.59	0.17	1.77
2	9.34	0.11	1.17
3	8.92	0.13	1.45
4	8.61	0.09	1.04
5	8.30	0.12	1.44
6	8.03	0.10	1.24
7	9.28	0.08	0.86
8	8.87	0.13	1.46
9	9.48	0.14	1.47
10	9.45	0.09	0.95
11	9.06	0.12	1.32
12	8.71	0.13	1.49
13	8.47	0.09	1.06
14	9.40	0.11	1.17
15	8.99	0.15	1.66

Yongalevhaların rutubet miktarları üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Rutubet miktarı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	nem Derecesi
Gruplar Arası	19.74	5	3.94	10.24	**
Gruplar İçi	38.42	214	0.17		
Toplam	58.16	219			

İbre kullanımının levha rutubet miktarı üzerine etkisi % 1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 19’da verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile kontrol ile % 25 oranında ibre kullanılan levhalar arasındaki farklar önemsiz, diğer levha grupları arasındaki farklar ise önemli bulunmuştur.

Tablo 19. İbre kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Rutubet Miktarı (%)
Kontrol	9.59 a
İbre Kullanımı: % 25	9.41 a
İbre Kullanımı: % 50	9.18 b
İbre Kullanımı: % 75	8.83 c
İbre Kullanımı: % 100	8.50 d
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	8.25 e

Rutubet miktarı üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. İbre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 20. Rutubet miktarı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Zamanı: Eylül	8.64	0.08	0.92	113.22	***
Toplanma Zamanı: Şubat	9.03	0.05	0.55		

Tutkal kullanım oranının levha rutubet miktarı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi analizi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Tablo 21. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	9.19	0.35	3.80	0.04	ÖD
Tutkal Kullanım Oranı: % 10-12	9.13	0.28	3.06		

3.3.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık artışı oranları Tablo 22’de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 22. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	X	S	V
1	2	18.87	0.24	1.20
	24	26.98	0.41	1.51
2	2	15.23	0.31	2.03
	24	22.31	0.37	1.65
3	2	13.18	0.37	2.80
	24	20.25	0.28	1.38
4	2	11.07	0.28	2.52
	24	18.14	0.35	1.92
5	2	9.34	0.41	4.38
	24	16.18	0.39	2.41
6	2	8.23	0.20	2.43
	24	14.36	0.31	2.15
7	2	13.35	0.19	1.42
	24	22.19	0.33	1.48
8	2	11.26	0.22	1.95
	24	20.22	0.29	1.43
9	2	17.45	0.17	0.97
	24	24.13	0.27	1.11
10	2	16.29	0.23	1.41
	24	22.22	0.34	1.53
11	2	15.11	0.18	1.18
	24	20.05	0.28	1.39
12	2	11.44	0.19	1.66
	24	18.17	0.22	1.21
13	2	9.37	0.25	2.66
	24	16.31	0.21	1.28
14	2	15.30	0.27	1.76
	24	22.20	0.34	1.53
15	2	14.08	0.21	1.49
	24	20.01	0.37	1.84

2 saatlik kalınlık artışı oranları üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

İbre kullanımının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması amacıyla yapılan Newman-

Keuls testi sonuçları Tablo 24'de verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Tablo 23. 2 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	765.35	5	153.07		
Gruplar İçi	1268.96	214	5.92	162.40	***
Toplam	2034.31	219			

Tablo 24. İbre kullanımının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı (%)
Kontrol	18.87 a
İbre Kullanımı: % 25	16.34 b
İbre Kullanımı: % 50	14.73 c
İbre Kullanımı: % 75	13.09 d
İbre Kullanımı: % 100	10.39 e
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	8.80 f

24 saatlik kalınlık artışı oranları üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 25'de verilmiştir.

Tablo 25. 24 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	1234.28	5	246.85		
Gruplar İçi	3256.24	214	15.21	345.18	***
Toplam	4490.52	219			

İbre kullanımının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için anlamlı çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 26'da verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

2 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir. İbre toplanma zamanının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 26. İbre kullanımının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı (%)
Kontrol	26.98 a
İbre Kullanımı: % 25	23.22 b
İbre Kullanımı: % 50	21.23 c
İbre Kullanımı: % 75	19.09 d
İbre Kullanımı: % 100	17.17 e
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	15.33 f

Tablo 27. 2 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Zamanı: Eylül	11.41	0.17	1.49	245.93	***
Toplanma Zamanı: Şubat	13.93	0.11	0.82		

24 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 28’de verilmiştir. İbre toplanma zamanının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 28. 24 saatlik kalınlık artışı üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Zamanı: Eylül	18.24	0.19	1.04	145.77	***
Toplanma Zamanı: Şubat	20.17	0.21	1.04		

Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir. Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tutkal kullanım oranının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 30'da verilmiştir. Tutkal kullanım oranının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisi % 5 yanılma olasılığı için önemsiz çıkmıştır.

Tablo 29. Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	14.95	0.14	0.93	7.28	*
Tutkal Kullanım Oranı:%10-12	13.49	0.09	0.66		

Tablo 30. Tutkal kullanım oranının 24 saatlik kalınlık artışı üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (%)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	21.20	0.22	1.03	0.03	ÖD
Tutkal Kullanım Oranı:%10-12	21.18	0.28	1,32		

3.4. Mekanik Özellikler

3.4.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama eğilme direnci değerleri Tablo 31'de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Eğilme direnci üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 32'de verilmiştir.

İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33'de verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Tablo 31. Deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	13.87	0.14	1.00
2	11.48	0.26	2.26
3	10.04	0.33	3.28
4	8.66	0.30	3.46
5	6.84	0.22	3.21
6	4.03	0.20	4.96
7	12.51	0.16	1.27
8	11.55	0.28	2.42
9	12.09	0.12	0.99
10	11.21	0.21	1.87
11	10.02	0.17	1.69
12	8.33	0.21	2.52
13	6.18	0.19	3.07
14	12.60	0.13	1.03
15	11.19	0.15	1.34

Tablo 32. Eğilme direnci üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	5143.12	5	1028.624		
Gruplar İçi	1412.33	214	6.59	573.42	***
Toplam	6555.45	219			

Tablo 33. İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	13.87 a
İbre Kullanımı: % 25	11.78 b
İbre Kullanımı: % 50	10.62 c
İbre Kullanımı: % 75	9.34 d
İbre Kullanımı: % 100	7.58 e
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	5.10 f

Eğilme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 34'de verilmiştir. İbre toplanma zamanının eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 34. Eğilme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/mm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Ayı: Eylül	8.21	0.14	1.70	145.33	***
Toplanma Ayı: Şubat	9.56	0.22	2.30		

Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 35. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/mm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	10.68	0.18	1.68	356.33	***
Tutkal Kullanım Oranı:%10-12	11.96	0.11	0.91		

3.4.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

Deneme levhalarına ait ortalama eğilmede elastiklik modülü değerleri Tablo 36’da verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 36. Deneme levhalarının ortalama eğilmede elastiklik modülü değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	1827.49	30.22	1.65
2	1456.38	23.11	1.58
3	1210.26	15.74	1.30
4	1027.31	20.08	1.95
5	832.43	25.07	3.01
6	503.67	40.54	8.04
7	1590.59	19.32	1.21
8	1461.62	25.26	1.72
9	1597.64	21.03	1.31
10	1438.21	23.11	1.60
11	1208.56	26.92	2.22
12	1023.45	35.37	3.45
13	807.17	37.73	4.67
14	1608.69	26.55	1,65
15	1424.82	23.67	1.66

Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 37’de verilmiştir.

İbre kullanımının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 38’de verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Tablo 37. Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	47335.21	5	9467.04		
Gruplar İçi	28664.76	214	133.94	326.32	***
Toplam	75999.97	219			

Tablo 38. İbre kullanımının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Eğilmede Elastiklik Modülü (N/mm ²)
Kontrol	1827.49 a
İbre Kullanımı: % 25	1527.31 b
İbre Kullanımı: % 50	1324.23 c
İbre Kullanımı: % 75	1117.93 d
İbre Kullanımı: % 100	927.94 e
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	655.42 f

Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 39’da verilmiştir. İbre toplanma zamanının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi % 0.1yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 39. Eğilmede elastiklik modülü üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/mm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Ayı: Eylül	1006.01	30.28	3.00	252.26	***
Toplanma Ayı: Şubat	1215.00	34.67	2.85		

Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 40'da verilmiştir. Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 40. Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/nm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	1328.35	20.14	1.51	545.74	***
Tutkal Kullanım Oranı %10-12	1521.43	24.36	1.60		

3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri Tablo 41'de verilmiştir. Denemeler n=20 örnek üzerinde yürütülmüştür.

Tablo 41. Deneme levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri (N/mm²)

Levha Tipi	X	S	V
1	0.438	0.14	31.96
2	0.295	0.16	54.23
3	0.239	0.20	83.68
4	0.192	0.15	78.12
5	0.156	0.11	70.51
6	0.114	0.17	149.12
7	0.343	0.10	29.15
8	0.317	0.22	69.40
9	0.361	0.11	30.47
10	0.272	0.13	47,79
11	0.218	0.16	73.39
12	0.173	0.14	80.92
13	0.135	0.12	88.88
14	0.384	0.13	33.85
15	0.256	0.19	74,21

Yüzeye dik çekme direnci üzerine ibre kullanımının etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 42'de verilmiştir.

Tablo 42. Yüze dik çekme direnci üzerine ibre kullanımının etkisine ait basit varyans analizi sonuçları.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	48.75	5	9.75		
Gruplar İçi	12.28	214	0.05	945.82	***
Toplam	61.03	219			

İbre kullanımının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır. Varyans kaynaklarının karşılaştırılması maksadıyla yapılan Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 43'de verilmiştir. Yapılan Newman-Keuls testi sonuçlarına göre % 5 hata payı ile levha grupları arasındaki farklar önemli bulunmuştur.

Tablo 43. İbre kullanımının yüze dik çekme direnci üzerine etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları.

Varyans Kaynakları	Yüze Dik Çekme Direnci (N/mm ²)
Kontrol	0.438 a
İbre Kullanımı: % 25	0.328 b
İbre Kullanımı: % 50	0.255 c
İbre Kullanımı: % 75	0.205 d
İbre Kullanımı: % 100	0.164 e
İbre Kullanımı: % 100 (Tüm Tabakalarda)	0.124 f

Yüze dik çekme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 44'de verilmiştir. İbre toplanma zamanının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 44. Yüze dik çekme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/mm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Toplanma Ayı: Eylül	0.199	0.22	110.55	845.63	***
Toplanma Ayı: Şubat	0.231	0.24	103.89		

Tutkal kullanım oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisini belirlemek için yapılan t-testi sonuçları Tablo 45'de verilmiştir. Tutkal kullanım oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi % 0.1 yanılma olasılığı için önemli çıkmıştır.

Tablo 45. Tutkal kullanım oranının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait t-testi sonuçları.

Varyans Kaynağı	X (N/nm ²)	S	V	t-Hesap	Önem Derecesi
Tutkal Kullanım Oranı: % 9-11	0.256	0.19	74.21	935.64	***
Tutkal Kullanım Oranı:%10-12	0.325	0.27	83.07		

4. İRDELEME

4.1. Anatomik Özellikler

4.1.1. Ökalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri

Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişi dağınıktır. Yıllık halkalar belirgin değildir. Ancak yaz odunu zonu sonunda birkaç sıra lif çeperlerinin kalın olması nedeniyle yıllık halkalar belli belirsizdir. Trahelerde çift boyutluluk vardır. Traheler yıllık halka içinde çoğunlukla tek tek ve oblik bir alanda grup oluşturmaktadır. Tek tek olan trahelerin enine kesitleri daire ve elips şeklindedir.

Trahelerin yan çeperlerinde bulunan intervasküler geçitler çeperlerde diyagonal olarak dizilmişlerdir. Perforasyon tablası basittir. Bu taksonun trahelerine ait kantitatif özellikler 50 m. rakımdan alınan örneklerden elde edilmiştir. Trahelerin radyal çapı 187.79 (144.9-246.33) μm , teğetsel çapı 137.36 (101.43-173.88) μm , trahe hücre uzunluğu 373.26 (231.84-565.11) μm 'dir. 1 mm^2 ' de trahe sayısı 11.72 (8-18) adet olduğu tespit edilmiştir.

Bu taksonun odununda perforasyonu bulunmayan traheal eleman olarak, traheit lifleri, libriform lifler ve az oranda vasisentrik traheitler yer almaktadır. Bu lifler odunun lif dokusunu oluşturmaktadır. Libriform lifler basit geçitli ve bu geçitler genellikle radyal çeper üzerinde bulunurken, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir. Bu taksonun liflerine ait ölçümler lif çeşidi ayrımı yapılmaksızın gerçekleştirilmiştir. Lif uzunluğu 863.02 (681.03- 1014.03) μm , lif genişliği 18.42 (14.28-24.99) μm , lümen genişliği 11.78 (7.14-17.85) μm ve lif çeper kalınlığı 3.46 (1.78-5.35) μm 'dir.

Bu taksonun özışını dokusunu yatık paranzim hücreleri oluşturmaktadır. Özışını dokusunun marjinal kısımlarında tek sıra kare şeklindeki paranzim hücreleri bulunmaktadır. Özışınlarının tipi; Kribs'in özışını tasnifine göre üniseri ve biseri homoselüler, homojen Tip I şeklindedir. 1 mm^2 ' de özışını sayısı 15.24 (12-18) adet, özışını yüksekliği 272.99 (115.92-420.21) μm ve özışını genişliği 73.60 (28.98-115.92) μm 'dir.

Boyuna paranzim odunda hem apotraheal hem de paratraheal olarak bulunmaktadır. Boyuna paranzim apotraheal, diffuse ve azda olsa apotraheal in-aggregates şeklinde olurken, paratraheal olan boyuna paranzimlerde scanty paratraheal ve paratraheal vasisentrik şeklindedir.

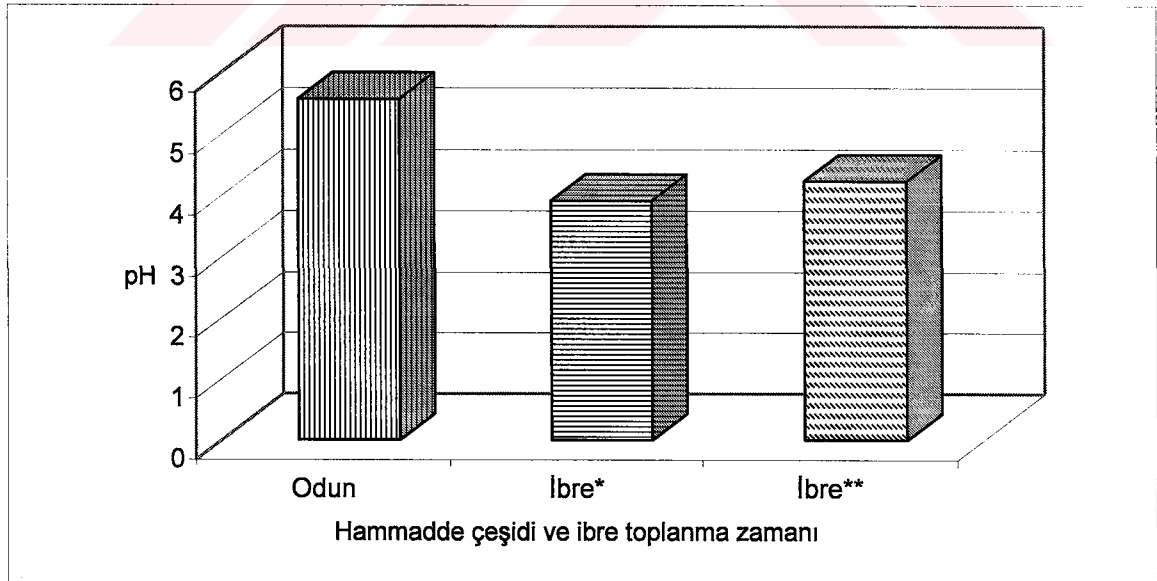
4.1.2. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) İbrelere Anatomik Özellikleri

İbrelere ünifasyaldır (üst ve alt yüzeyler benzerdir). Tek tabakalı epidermis vardır. Yalnızca palizad paranzim hücresi içeren mezofil ile çevrilidir. Ayrıca epidermisin altında 3-8'li kümelerden oluşan sklerankima hücreleri yer almaktadır. Toplam ibre kalınlığı 908.92 (μm), üst korteks 152.76 (μm), alt korteks 336.07(μm), ana damar kalınlığı 420.09 (μm)'dur. İbre anatomisinde sekonder yapı yoktur. Ayrıca protoplazma odunun aksine tamamıyla doludur.

4.2. Kimyasal Özellikler

4.2.1. pH

pH değerleri hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanına bağlı olarak değişiklikler göstermektedir. En yüksek pH değerine odunda (5.57), en düşük değere ise Eylül ayında toplanan ibrelerde (3.52) ulaşılmıştır. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının pH üzerine etkileri Şekil 1 'de gösterilmiştir.

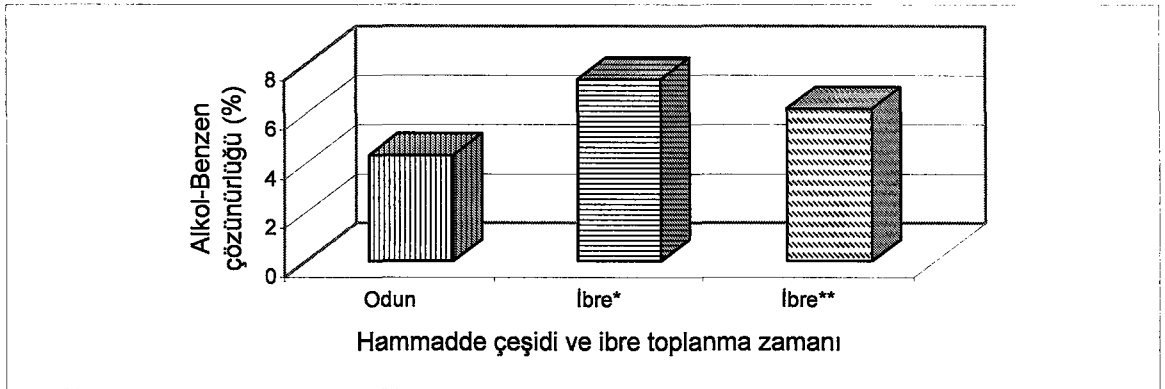


Şekil 1. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının pH üzerine etkisi

Şekil 1'den görüldüğü gibi ibrelerin pH değerleri odun örneklerinininkinden yaklaşık % 31.23 oranında düşük çıkmıştır. Bu durum reçine asitlerinin ibrelerde oduna oranla daha fazla yer aldığını göstermektedir. Şubat ayında toplanan ibrelerin pH değerleri Eylül'de toplananlara göre % 17.61 oranında daha yüksek bulunmuştur. Hanetho (1987) odunun depoda bekletilmesi sonucu pH'nın değiştiğini bildirmiştir [154]. Ayrıca odun türü ve depolama süresine bağlı olarak odunda bir kısım ekstraktiflerle düşük moleküllü şeker miktarlarında azalma olduğu literatürde belirtilmektedir [155]. Şubat ayında toplanan ibrelerdeki yıkanabilir asitlerin yağmur ve kar sularının etkileriyle uzaklaştığı ve pH'nın buna bağlı olarak yükseldiği söylenebilir. pH'daki bu değişimler iklimsel faktörlere bağlı olarak meydana gelmektedir. Eylül ayında toplanan ibrelerin belirlenen pH'sının diğer örneklerle göre düşük oranda olması; Karadeniz Bölgesinde yaz mevsimi boyunca sıcaklıkların yüksek seyretmesi ve ibre iç yapısındaki ekstraktif maddelerin yüzeye göç etmesine bağlanabilir.

4.2.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının alkol-benzen çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek alkol-benzen çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde (% 7.39), en düşük ise odun örneklerinde (% 6.19) elde edilmiştir. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkileri Şekil 2'de gösterilmiştir.



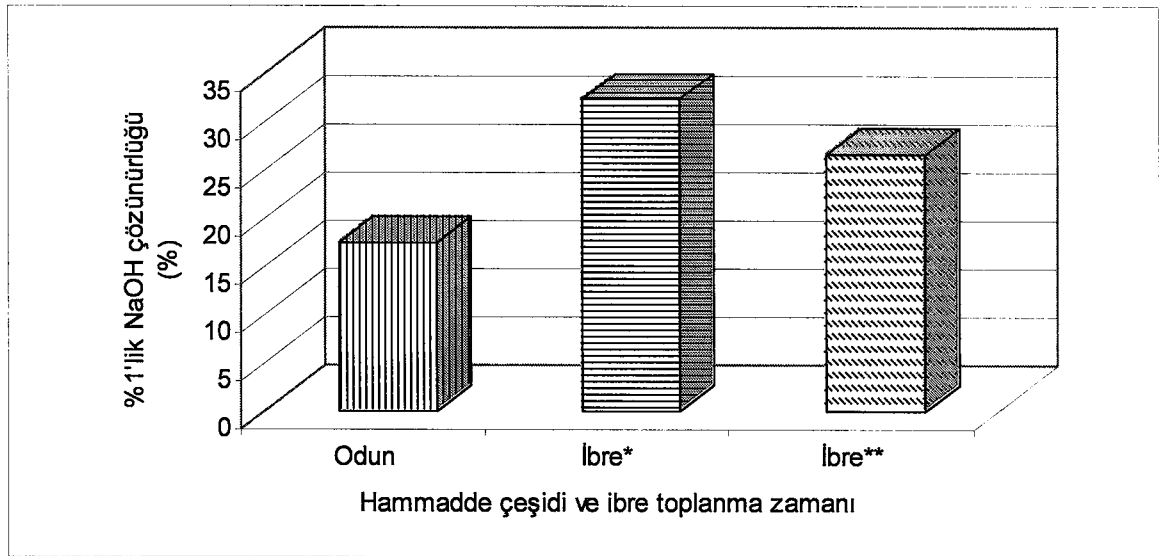
Şekil 2. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 2'den de görüldüğü gibi ibrelerin alkol-benzende çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum alkol-benzende çözünebilir ekstraktiflerin ibrelerde oduna oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Eylül ayında toplanan ibrelerin alkol-benzen çözünürlüğü Şubat'takilere göre yüksek bulunmuştur. Bu durum açık hava etkisinde bekletme süresine bağlı olarak bir kısım ekstraktiflerin yağmur ve kar sularıyla yıkanıp uzaklaştığını göstermektedir.

Literatürde alkol benzen çözünürlüklerinin sert odunlarda % 2-6, yumuşak odunlarda ise % 2-8 arasında değiştiği belirtilmektedir [156, 157, 158]. Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odununda bu değer % 4.31 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.3. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının % 1'lik NaOH'ta çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde (% 32.26), en düşük ise odun örneklerinde (% 17.39) elde edilmiştir. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının % 1'lik NaOH'ta çözünürlük üzerine etkileri Şekil 3'de gösterilmiştir.



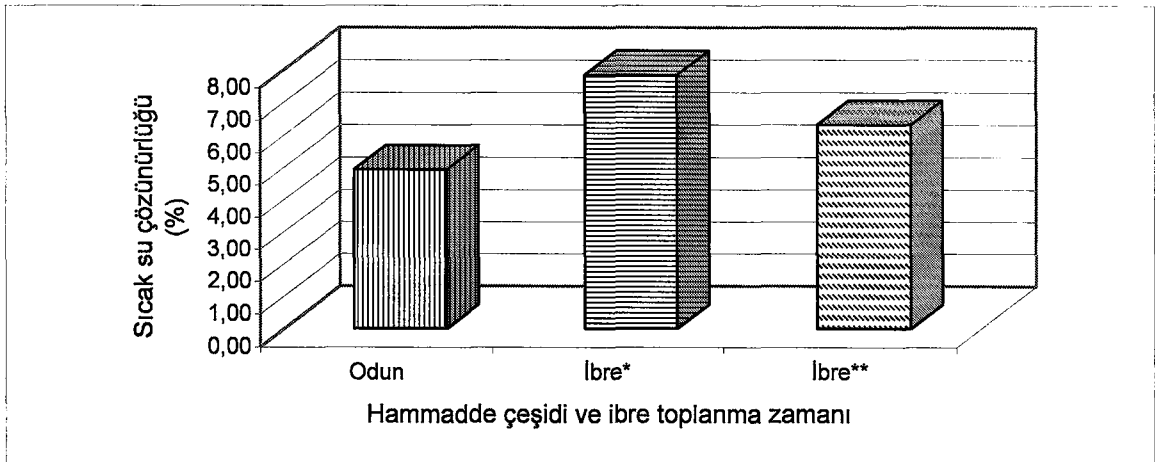
Şekil 3. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 3'den de görüldüğü gibi ibrelerin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum % 1'lik NaOH'ta çözünebilen ekstraktiflerin ibrelerde oduna oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Eylül ayında toplanan ibrelerin % 1'lik NaOH'ta çözünürlüğü Şubat'takilere göre yüksek bulunmuştur. Bu durum açık hava etkisinde bekletme süresine bağlı olarak bir kısım ekstraktiflerin yağmur ve kar sularıyla yıkanıp uzaklaştığını göstermektedir. Yağmur ve kar suları ile dış hava koşullarına maruz kalan ibre kısımları Eylül'den Şubat ayına kadar geçen süre içerisinde çözünerek uzaklaştığı için Şubat ayında toplanan ibrelerin % 1'lik NaOH çözünürlüğü Eylül'de toplanan ibrelerden daha düşük bulunmuştur.

Literatürde % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerlerinin sert odunlarda % 14-20, yumuşak odunlarda ise % 9-16 arasında değiştiği belirtilmektedir [156, 157, 158]. Okalıptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odununda bu değer % 17.39 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.2.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

Yapılan çalışmalar sonucu hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının sıcak su çözünürlüğü üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. En yüksek sıcak su çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde (% 7.84), en düşük ise odun örneklerinde (% 4.93) elde edilmiştir. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkileri Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Hammadde çeşidi ve ibre toplanma zamanının sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

Şekil 4'den de görüldüğü gibi ibrelerin sıcak su çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır. Bu durum sıcak suda çözünebilen ekstraktiflerin ibrede oduna oranla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Eylül ayında toplanan ibrelerin sıcak su çözünürlüğü Şubat'takilere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durum dış hava koşullarının etkisine bağlı olarak bazı ekstraktiflerin yıkanarak uzaklaşmasından kaynaklanabilir.

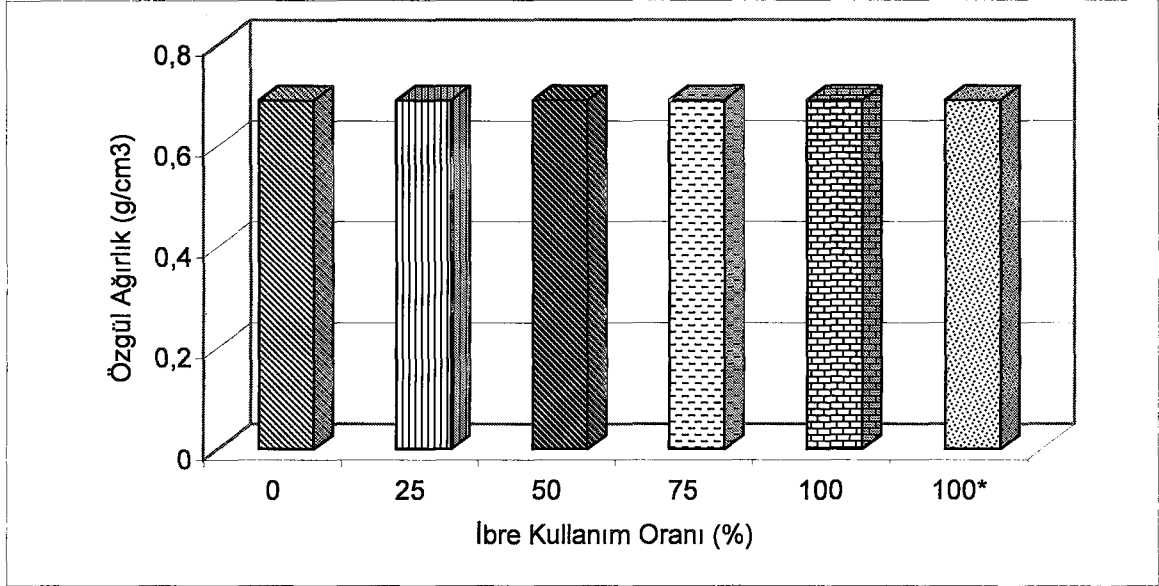
Literatürde sıcak su çözünürlük değerlerinin sert odunlarda % 2-5, yumuşak odunlarda ise % 3-6 arasında değiştiği belirtilmektedir (156, 157, 158). Okaliptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) odununda bu değer % 4.93 olarak bulunmuştur. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir.

4.3. Fiziksel Özellikler

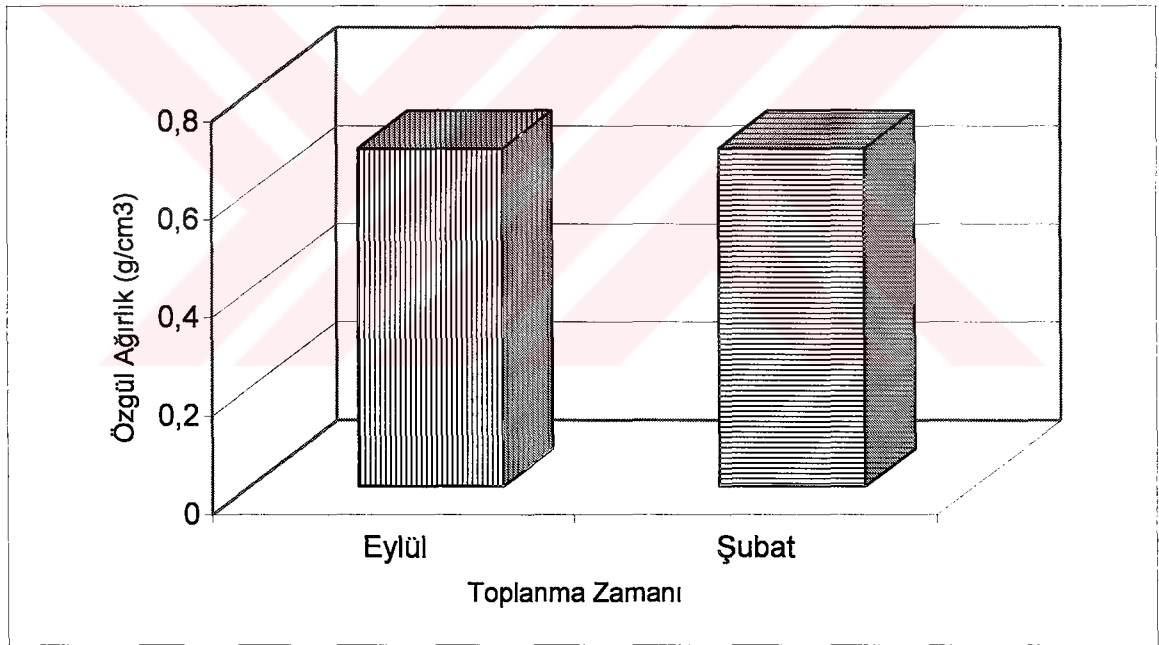
4.3.1. Özgül Ağırlık

En yüksek özgül ağırlık değeri % 100 odun kullanılarak üretilen yonga levhalarda (0.698 g/cm^3), en düşük değer ise Eylül ayında toplanan ibrelerden tüm tabakalarda kullanılarak üretilen levhalarda (0.684 g/cm^3) elde edilmiştir.

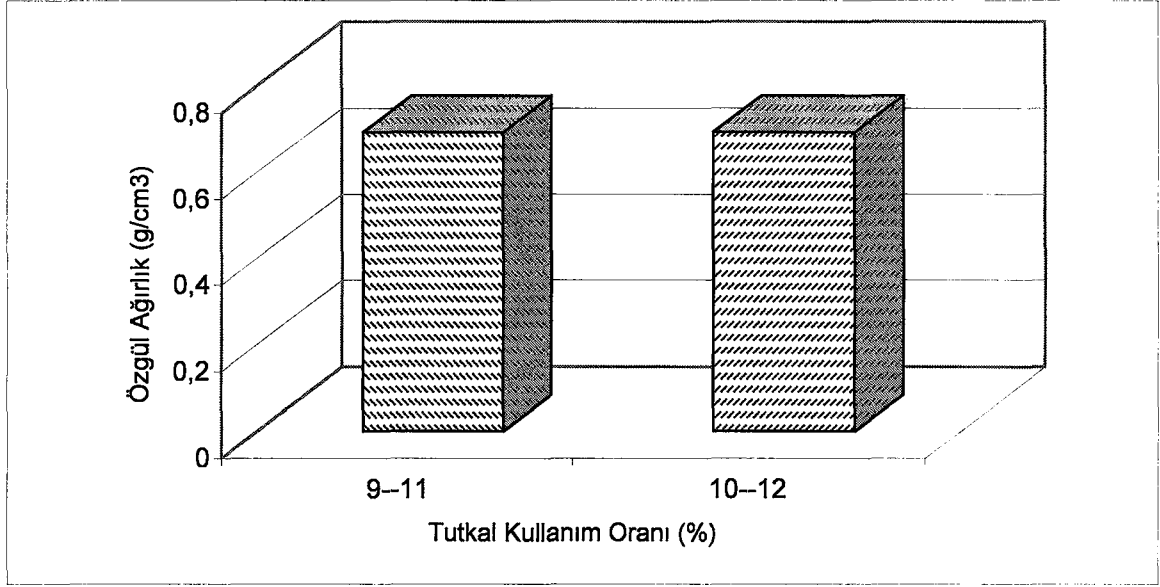
Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucu; ibre kullanımı, ibre toplanma zamanı ve tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Bu durum; deneme levhalarının üretiminde hedeflenen özgül ağırlık değerinin sabit tutulması ve üretimde eşit pres sıcaklık, süre ve basıncının uygulanmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca; levha kalınlığının da tüm levha grupları için eşit tutulması özgül ağırlık değerlerinin birbirine yakın çıkmasına neden olmuştur. İbre kullanımı, ibre toplanma zamanı ve tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkileri Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 5. İbre kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisi



Şekil 6. İbre toplanma zamanının özgül ağırlık üzerine etkisi

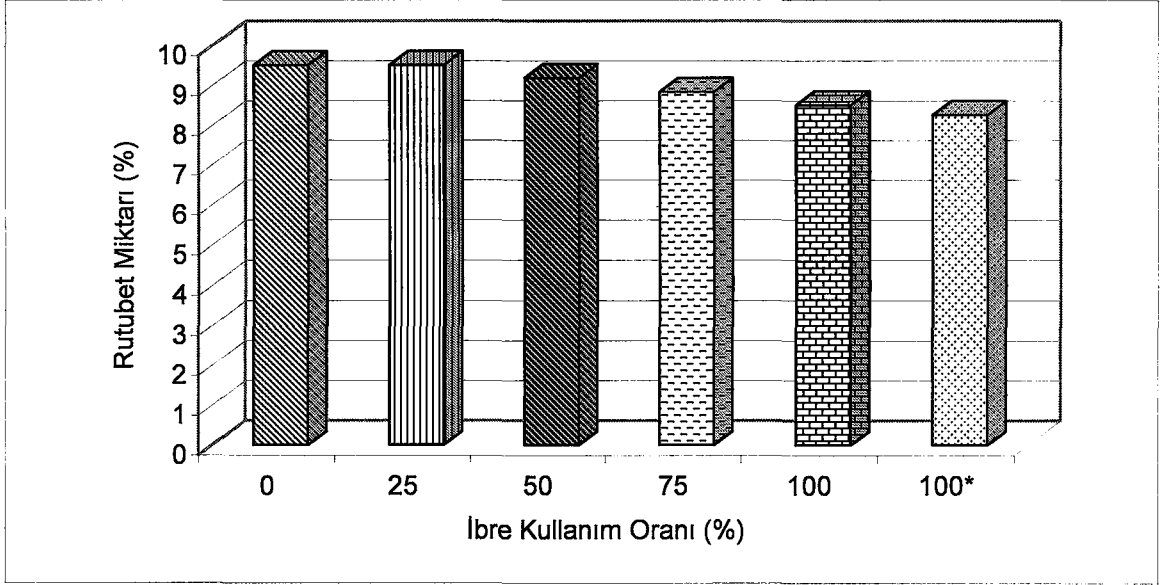


Şekil 7. Tutkal kullanım oranının özgül ağırlık üzerine etkisi

4.3.2. Rutubet Miktarı

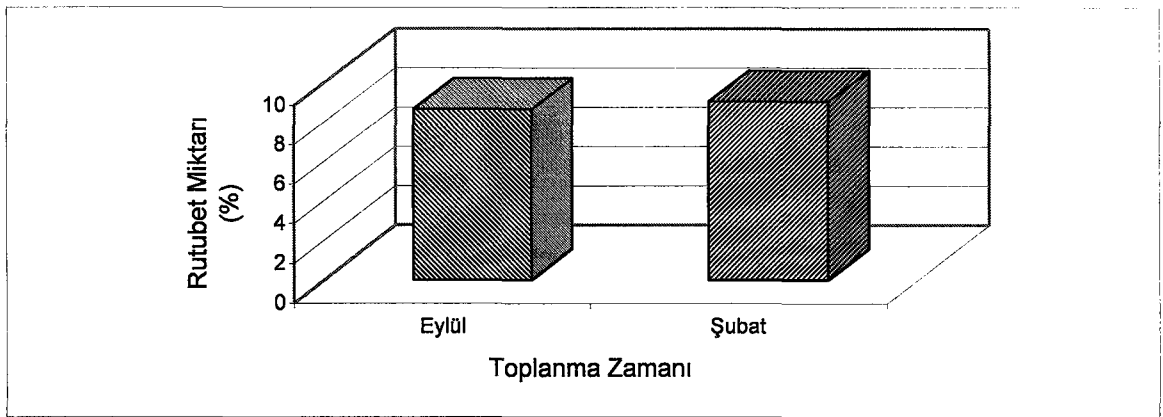
En yüksek rutubet miktarına % 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde (% 9.59), en düşük miktara ise tüm tabakalarda Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhalarda (% 8.03) ulaşılmıştır.

Yongalevhelerin rutubet miktarları üzerinde ibre kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu % 25 oranında ibre kullanımı sonucu rutubet miktarında değişiklik olmadığı, % 50, % 75, % 100 oranında kullanılanlar için ise rutubet miktarında belirgin bir azalma olduğu kaydedilmiştir. Rutubet miktarındaki azalma oranları orta tabakada % 50 oranında ibre kullanımı için % 4.25, % 75 ibre kullanımı için % 7.92 ve % 100 ibre kullanımı için ise % 11.36 olarak gerçekleşmiştir. Tüm tabakalarda ibre kullanımı sonucu rutubet miktarında belirgin bir azalma tespit edilmiştir. İbre kullanımı sonucu rutubet miktarında meydana gelen azalma ibrelerde bulunan ekstraktif maddelerden kaynaklanmaktadır. Borgin Carbett (1971) ile Fuster (1967) ekstraktif maddelerin su ve rutubete karşı dayanıklılığı artırdığı belirlenmiştir [159,160]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. İbre kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi Şekil 8'de gösterilmiştir.



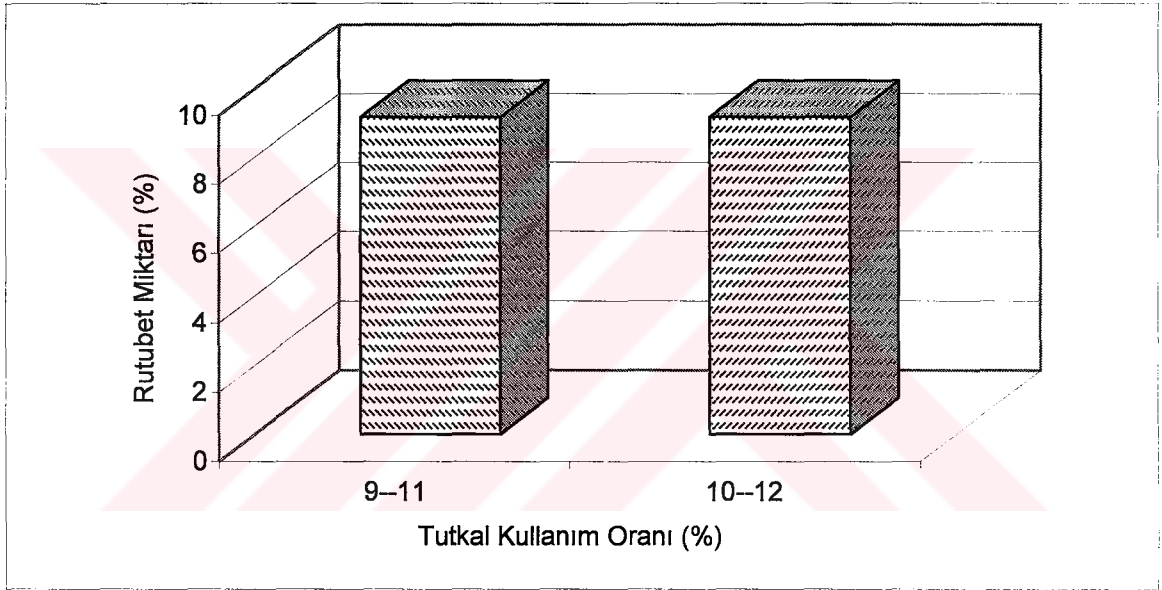
Şekil 8. İbre kullanımının rutubet miktarı üzerine etkisi

Yapılan deneyler ve bu deneylerden elde edilen verilerin istatistiksel analizleri sonucu ibre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhaların rutubet miktarları Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalardan daha düşük bulunmuştur. Bu durum Eylül ayında toplanan ibrelerin sıcak su, alkol-benzen ve % 1'lik NaOH'taki çözünürlüklerinin Şubat ayı ibrelerine oranla daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Eylül ayı ibrelerinin içerdiği ekstraktif maddelerin Şubat ayı ibrelerine oranla daha yüksek miktarda olması rutubet miktarındaki azalmanın bir sebebi olarak düşünülebilir. İbre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerine etkisi Şekil 9'da gösterilmiştir.



Şekil 9. İbre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerine etkisi

Rutubet miktarı % 9-11 oranında tutkal kullanılarak üretilen yongalevhelerde % 9.19, %10-12 oranında tutkal kullanılarak üretilen levhalarda ise % 9.13 oranında bulunmuştur. Yapılan istatistiksel analizler sonucu tutkal kullanım oranının yongalevha rutubet miktarı üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Yongalevhelerin rutubet miktarları üzerinde etkili olan faktör tutkallama açısından tutkal çeşididir. Fenolik tutkallar ile izosiyanat tutkalı rutubete ve suya karşı daha dayanıklıdır. Üre formaldehid tutkalı rutubete karşı dayanıklı değildir [27]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisi Şekil 10'da gösterilmiştir.



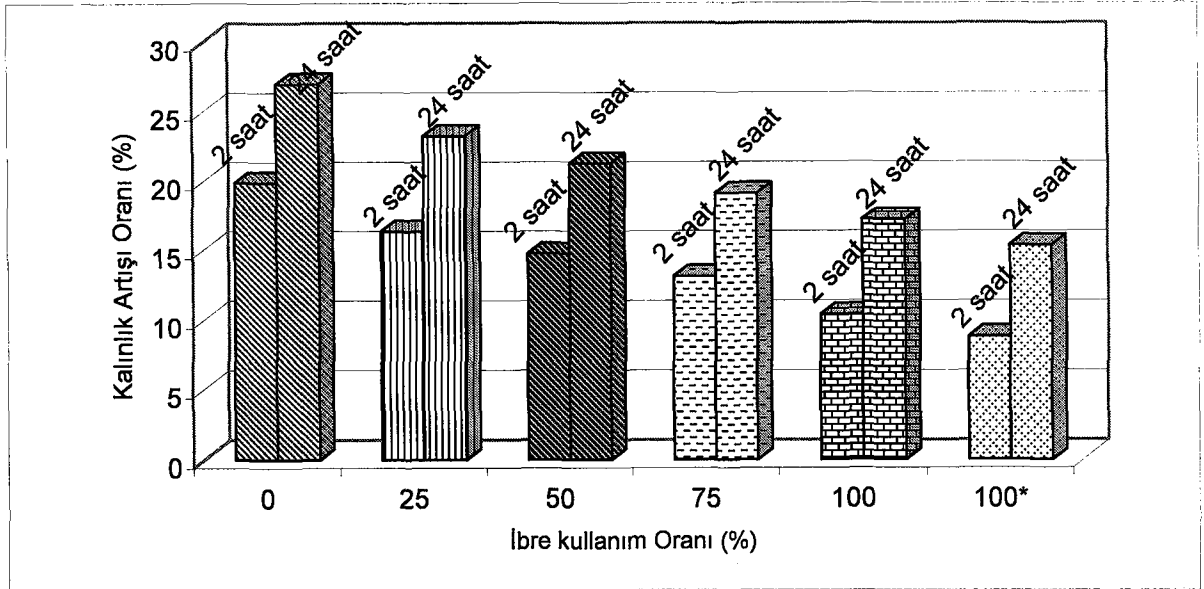
Şekil 10. Tutkal kullanım oranının rutubet miktarı üzerine etkisi

Deneme levhalarının rutubet miktarı % 8.03-%9.59 arasında bulunmuştur. EN 312-1 (1996) nolu standarda göre yongalevhelerin rutubet miktarlarının 9 ± 4 olması öngörülmektedir [161]. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

4.3.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

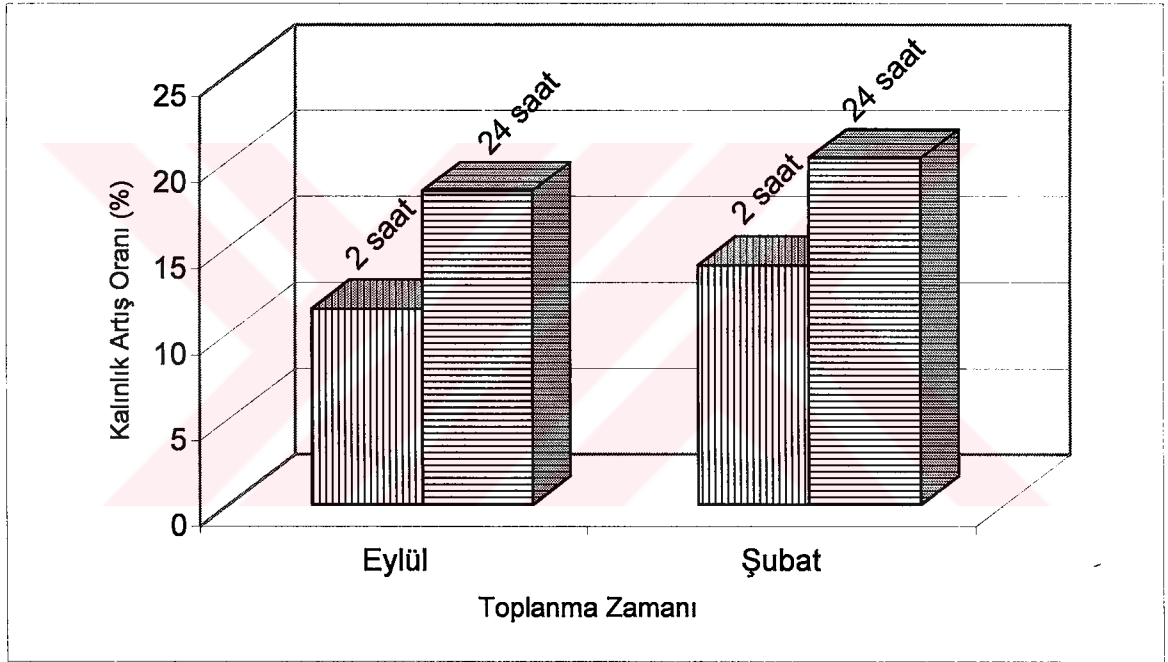
En yüksek kalınlık artışı oranı değerlerine % 100 oranında odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde (2 saat için % 18.87, 24 saat için % 26.98), en düşük değere ise tüm tabakalarda Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhalarda (2 saat için % 8.23, 24 saat için % 14.36) ulaşılmıştır.

2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerinde ibre kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir. İbre kullanım oranının artmasına bağlı olarak kalınlık artışı oranlarında belirgin bir azalma kaydedilmiştir. İbre kullanımı sonucu 2 ve 24 saatte kalınlık artışında meydana gelen azalma ibrelerin alkol-benzen, sıcak su ve % 1'lik NaOH çözünürlükleri oduna oranla daha yüksek olmasının sonucu olarak daha fazla ekstraktif madde içermelerinden kaynaklanabilir. 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 [39, 162, 163, 164, 165, 166]. Fuster'e göre ekstraktif maddeler su ve rutubete karşı koruyucu özellik taşımaktadır [160]. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir. Ayrıca ibrelerde sekonder yapıya rastlanmaması ve protoplazmanın dolu olması kalınlığına şişmeyi azaltıcı yönde etki yapmış olabilir. İbre kullanımının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 11'de gösterilmiştir.



Şekil 11. İbre kullanımının 2 saatlik ve 24 saatlik kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

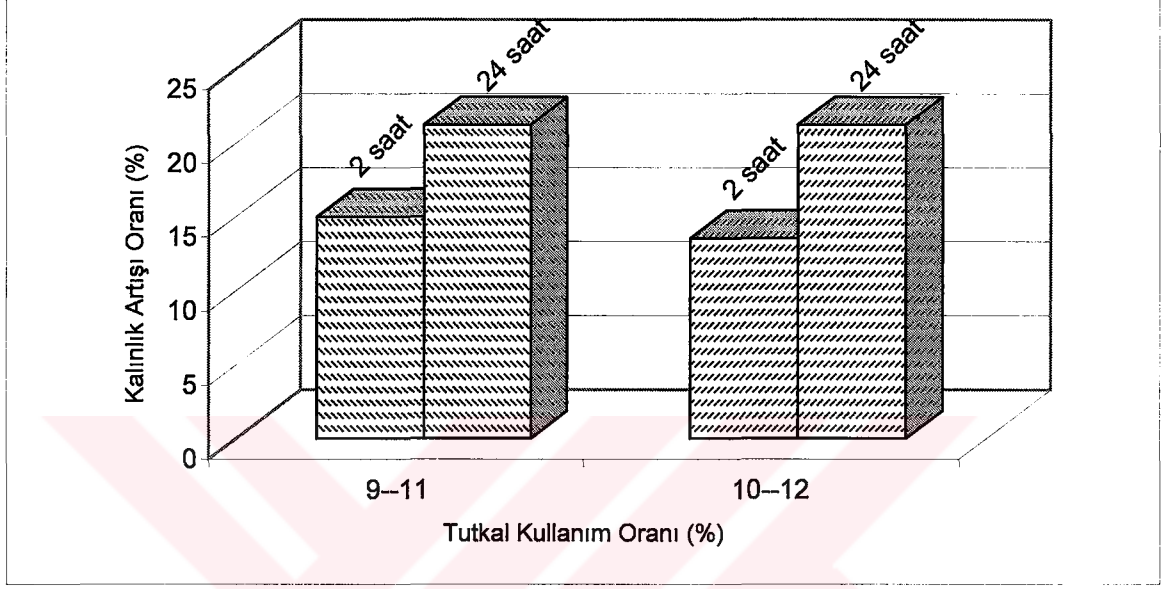
Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu iBRE toplanma zamanının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Kalınlık artışı oranları Eylül ayında toplanan iBRElerden üretilen yongalevhelerde % 11.41 (2 saat) ve % 18.24 (24 saat), Şubat ayına ait iBRElerden üretilen levhalarda ise % 13.93 (2 saat) ve % 20.17 (24 saat) olarak belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan iBRElerden üretilen levhaların kalınlık artışları Şubat ayındakilere göre daha düşük çıkmıştır. Bu durum Eylül ayı iBRElerinin daha yüksek oranda ekstraktif madde ihtiva etmesinden kaynaklanmaktadır. İBRE toplanma zamanının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı oranı üzerine etkisi Şekil 12’de gösterilmiştir.



Şekil 12. İBRE toplanma zamanının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerinde etkili, 24 saatlik kalınlık artışı üzerinde ise etkisiz olduğu belirlenmiştir. Tutkal kullanım oranının % 9-11’den %10-12’ye çıkarılması sonucu 2 saatlik kalınlık artışında bir azalma olduğu kaydedilmiştir. Maloney (1977)’e göre tutkal miktarındaki artış suda bekletme sonucu kalınlığına şişme oranı üzerinde olumlu etkiye sahiptir [27]. Tutkal miktarının artmasıyla kalınlığına şişmenin azaldığı yapılan çalışmalarda belirlenmiştir [125, 167, 168]. Tutkal kullanım oranının 24 saatte kalınlık artışı üzerinde etkili olmaması deneme levhalarının üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının suya karşı dayanıksız olması nedeniyle artan suda

bekletme süresine bağılı olarak suda çözünmesinden kaynaklanmaktadır. Zaman içerisinde suyun levha üzerine nüfuzunun artması ve kolaylıkla gerçekleşmesi bu duruma neden olabilmektedir. Tutkal kullanım oranının kalınlık artışı üzerine etkisi Şekil 13’de gösterilmiştir.



Şekil 13. Tutkal kullanım oranının kalınlık artışı oranı üzerine etkisi

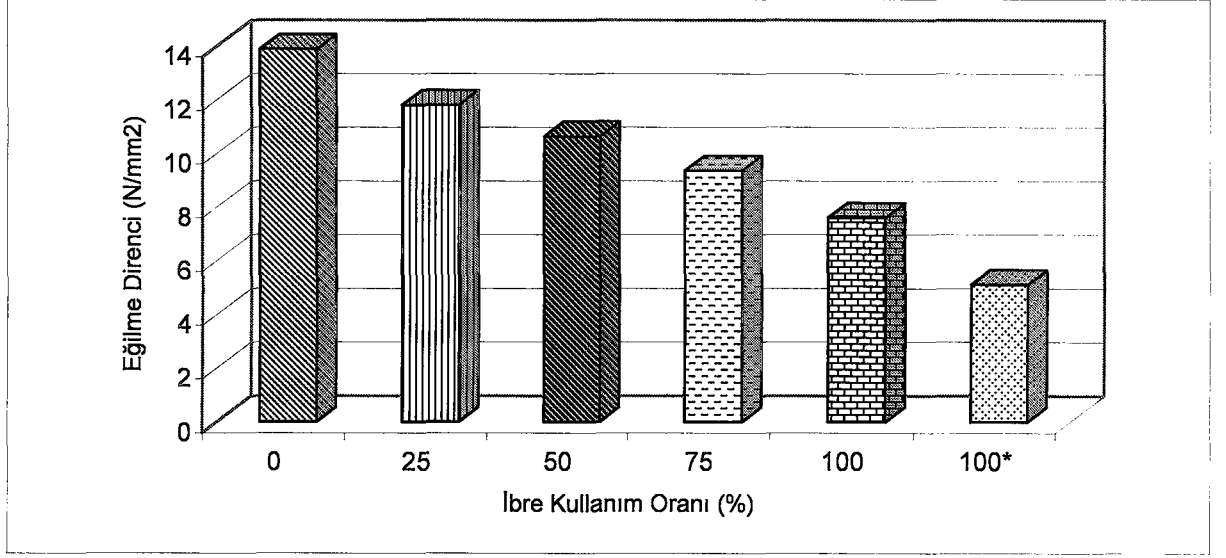
Deneme levhalarının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı oranları % 8.23-% 18.87 ve %14.36-% 26.98 olarak bulunmuştur. EN 312-2 (1996) nolu standartta genel kullanım amaçlı yongalevhelerde 2 saatte kalınlığına şişme oranının max. % 8 olması öngörülmektedir [169]. Deneme levhaları bu bakımdan standarda uygun değildir. Fakat, tüm tabakalarda Eylül ayında toplanan ibreleri içeren yongalevhelerde kalınlık artış oranlarının standart değere yakın olduğu görülmektedir.

4.4. Mekanik Özellikler

4.4.1. Eğilme Direnci

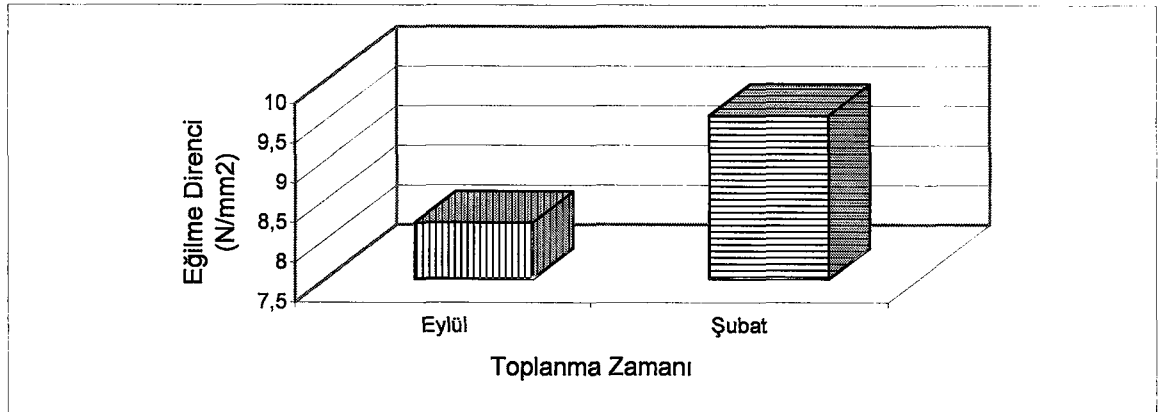
En yüksek eğilme direnci değerine % 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde (13.87 N/mm²) ulaşılırken, tüm tabakaları Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalar en düşük değeri (4.03 N/mm²) vermiştir.

İbre kullanımının eğilme direncini önemli bir düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Eğilme direnci değerlerinde ibre kullanımı sonucu belirgin bir azalma görülmüştür. İbre kullanımı sonucu eğilme direncinde meydana gelen azalma oranları orta tabakalarda % 25 ibre kullanımı için % 15.06, % 50 ibre kullanımı için % 23.43, % 75 ibre kullanımı için % 32.66, ve % 100 ibre kullanımım için ise % 45.34 olarak gerçekleşmiştir. Tüm tabakalarda ibre kullanımı ile üretilen yongalevhelerin eğilme direnci değerleri kontrol levhalarından % 63.22 oranında daha düşük çıkmıştır. İbre kullanımı sonucu eğilme direnci değerlerinde meydana gelen azalma ibrelerin primer yapıya sahip olmasından kaynaklanabilir. Ayrıca; ibrelerin pH değerleri odun örneklerinden daha düşük çıkmıştır. İyi bir yapışma hammadde pH değerinin 4-5 olduğu takdirde gerçekleşmektedir. Üretimde asidik türlerin kullanılması sonucu erken sertleşme meydana gelmektedir. Erken sertleşme sonucu üretilen malzemenin mekanik direnci düşmektedir. Bu durum erken sertleşmiş tutkal yapısının presleme sırasında bozulmasından kaynaklanmaktadır [123]. İbreler asidik bir yapıya sahip oldukları için üretimde tutkal daha hızlı sertleşmiştir. Erken sertleşmiş tutkalla kaplanan ibre yongaları preslemeden sonra levha içerisinde tam dirençlerini verememişlerdir. Bu durum erken sertleşmeden dolayı yüzey tabakalarındaki zayıf ve gevşek yapıdan kaynaklanmaktadır [124]. Ekstraktif maddeler tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerinde önemli bir rol oynamakta ve yapışmayı güçleştirmektedir. Fazla uçucu ekstraktifler presleme periyodunda şişkinliklere sebep olup direnci düşürmektedir [27, 160]. Ekstraktif maddeler ibrelerde oduna oranla daha fazla yer almaktadır. Bu nedenle üretilen yongalevhelerin eğilme direnci değerleri daha düşüktür. İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 14'de gösterilmiştir.



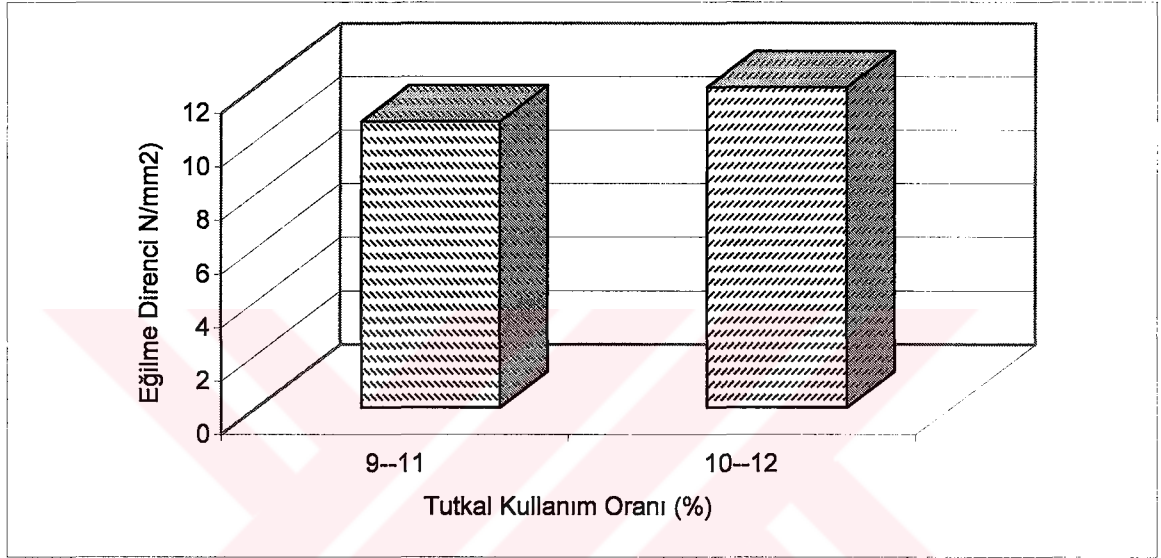
Şekil 14. İbre kullanımının eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhelerde eğilme direnci 8.21 N/mm^2 , Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalarda ise 9.59 N/mm^2 olarak gerçekleşmiştir. Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhaların eğilme direnci değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhelere göre % 16.44 oranında yüksek çıkmıştır. Bu durum Eylül ayında toplanan ibrelerin pH değerlerinin daha düşük (asidik) olmasından dolayı erken sertleşme probleminden kaynaklanmaktadır. Ayrıca; Eylül ibrelerinin ekstraktif madde miktarı daha fazla olduğu için yapışma olumsuz etkilenmektedir. İbre toplanma zamanının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 15'te gösterilmiştir.



Şekil 15. İbre toplanma zamanının eğilme direnci üzerine etkisi

Eğilme direnci değerleri % 9-11 oranında tutkal kullanılarak üretilen levhalarda 10.68 N/mm^2 ve % 10-12 oranında tutkallı levhalarda ise 11.96 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye yükseltilmesi sonucu eğilme direnci değerlerinde % 11.98 oranında bir artış kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [27, 125, 167, 168, 170]. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisi Şekil 16'da gösterilmiştir.



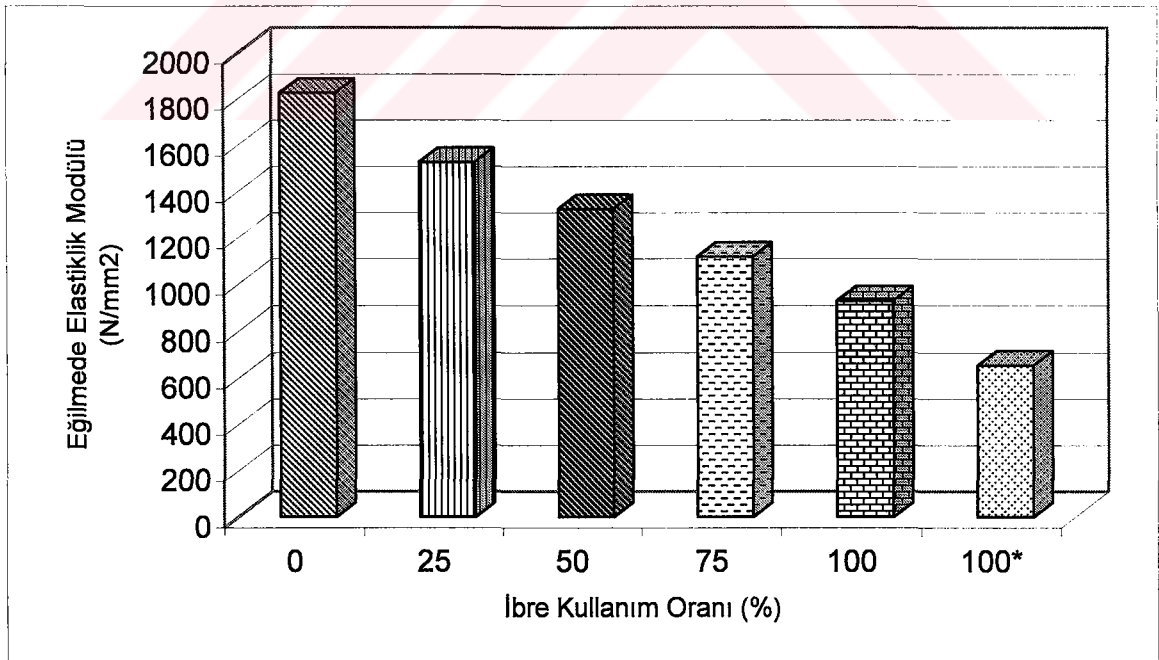
Şekil 16. Tutkal kullanım oranının eğilme direnci üzerine etkisi

EN 312-2 (1996) standartta genel amaçlı yongalevhalarda eğilme direncinin min. 11.5 N/mm^2 ve EN 312-3 (1996) nolu standartta mobilya üretiminde kullanılacak yongalevhalarda bu değer min. 13 N/mm^2 olması öngörülmektedir [169, 171]. Yapılan çalışmalar sonucu % 100 odun yongasından üretilen yongalevhaların mobilya üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerin orta tabakada % 25 ve % 50 oranlarında odun yongalarına karıştırılması ve % 10-12 oranında tutkal kullanılması ile üretilen yongalevhalar, Şubat ayında toplanan ibrelerin orta tabaka odun yongalarına % 25 oranında karıştırılması ve % 9-11 oranında tutkallanması sonucu üretilen levhalar ile Şubat ayında toplanan ibrelerin % 10-12 tutkal kullanımı ve % 50 oranında orta tabaka odun yongalarına karıştırılması ile üretilen yongalevhalar genel kullanım amacı için uygun özellik taşımaktadır.

4.4.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

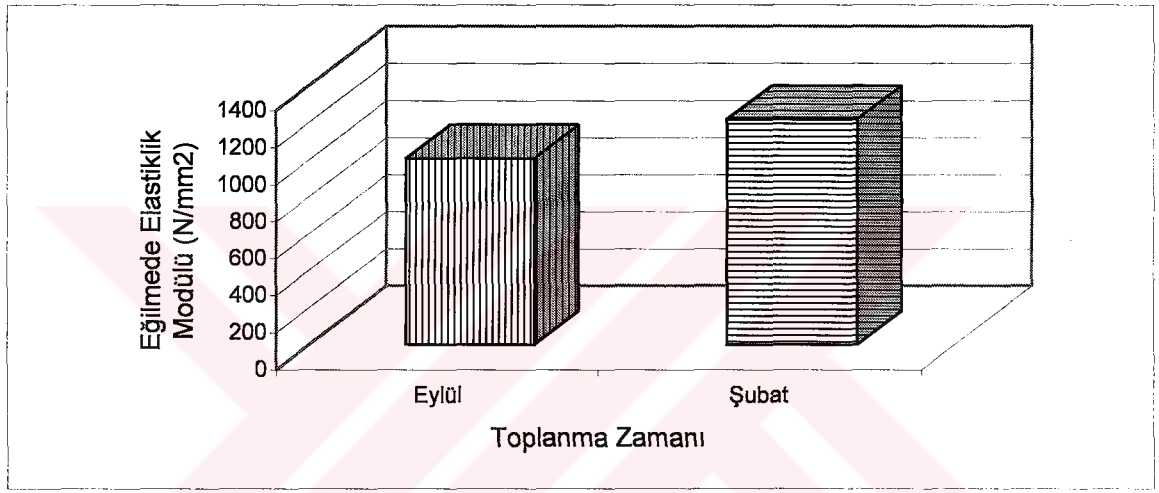
% 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde en yüksek elastiklik modülü (1827.49 N/mm^2) değerine ulaşılırken, tüm tabakaları Eylül ayında toplanan ibrelerden oluşan levhalar en düşük değeri (503.67 N/mm^2) vermiştir.

İbre kullanımı sonucu elastiklik modülü değerlerinde belirgin bir azalma görülmüştür. Azalma oranları; orta tabakada % 25 ibre kullanımı için % 16.22, % 50 ibre kullanımı için % 27.53, % 75 ibre kullanımı için % 38.82 ve % 100 ibre kullanımı için ise % 49.22 olarak gerçekleşmiştir. Tüm tabakalarda ibre kullanımı ile üretilen yongalevhaların elastiklik modülü değerleri odun levhalarından % 84.13 oranında daha düşük çıkmıştır. İbrelerin oduna göre daha asidik olmasından dolayı meydana gelen erken sertleşme ile yapılarında daha fazla miktarda bulunan ekstraktif maddelerin yapışmayı güçleştirilmesi elastiklik modülündeki azalmanın nedenleridir. Ayrıca ibrelerin primer yapıya sahip olması da bu sonucu doğuracak bir etken olarak düşünülebilir. Elde edilen sonuçlar literatür bilileri ile uyum göstermektedir [27, 123, 124, 160]. İbre kullanımının elastiklik modülü üzerine etkisi Şekil 17’de gösterilmiştir.



Şekil 17. İbre kullanımının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi

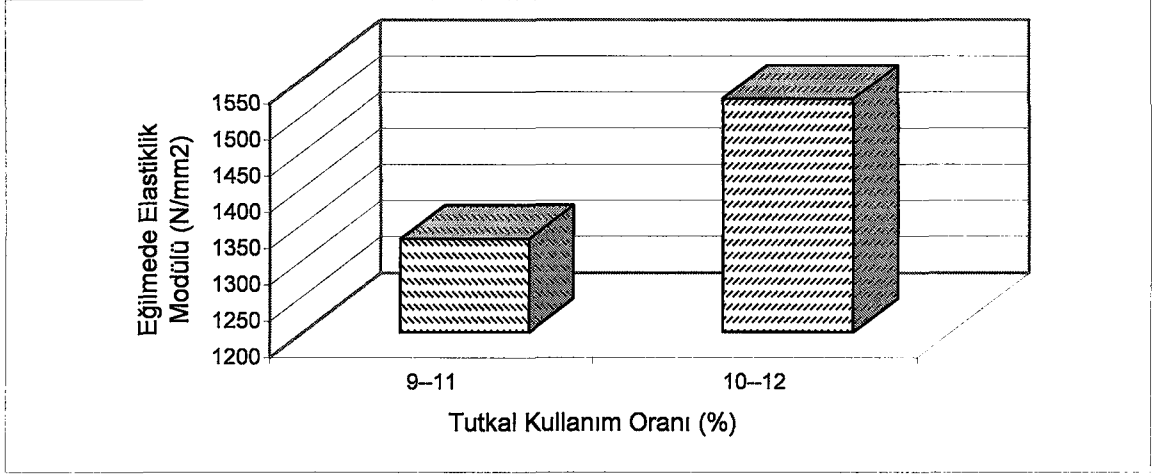
İbre toplanma zamanının elastiklik modülü üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür. Eğilmede elastiklik modülü değerleri Eylül ibrelerinden üretilen levhalarda 1006.01 N/mm^2 , Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalarda ise 1215.00 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Şubat ibrelerinden üretilen levhaların elastiklik modülü değerleri Eylül levhalarından % 20.77 oranında daha yüksek çıkmıştır. Bu durum Şubat ayında toplanan ibrelerin pH'ının Eylül ibrelerine oranla daha yüksek ve içerdiği ekstraktif madde miktarının daha düşük olmasından kaynaklanabilir. İbre toplanma zamanının elastiklik modülü üzerine etkisi Şekil 18'de gösterilmiştir.



Şekil 18. İbre toplanma zamanının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi

Eğilmede elastiklik modülü değerleri % 9-11 tutkal kullanımı için 13.28 N/mm^2 , % 10-12 için ise 1521.43 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye çıkarılması sonucu elastiklik modülü değerlerinde % 14.53 oranında bir artış kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [27, 125, 167, 168, 170]. Tutkal kullanım oranının elastiklik modülü üzerine etkisi Şekil 19'da

gösterilmiştir.



Şekil 19. Tutkal kullanım oranının eğilmede elastiklik modülü üzerine etkisi

EN 312-3 (1996) nolu standartta mobilya üretiminde kullanılacak yongalevhada elastiklik modülünün 1600 N/mm^2 olması öngörülmektedir [171]. Yapılan çalışmalar sonucu % 100 odun yongasından üretilen yongalevhalar ile Şubat ayında toplanan ibrelerin % 50 oranında odun yongalarına karıştırılması ve % 10-12 oranında tutkal kullanılması ile üretilen levhaların standart özellik taşıdığı belirlenmiştir.

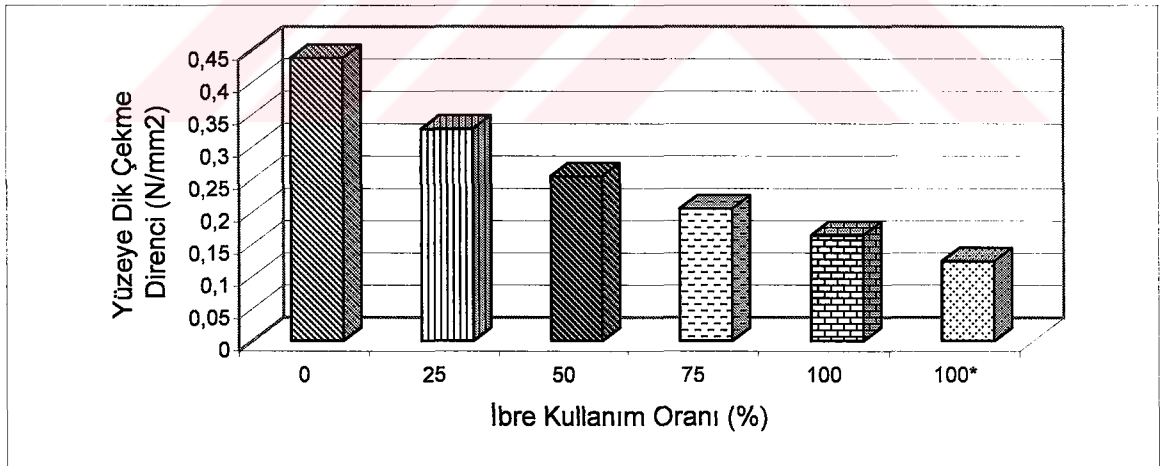
4.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yapılan çalışmalar sonucu % 100 odun yongası kullanılarak üretilen yongalevhaların en yüksek (0.438 N/mm^2), tüm tabakalarında Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhaların ise en düşük (0.114 N/mm^2) yüzeye dik çekme direncine sahip olduğu belirlenmiştir.

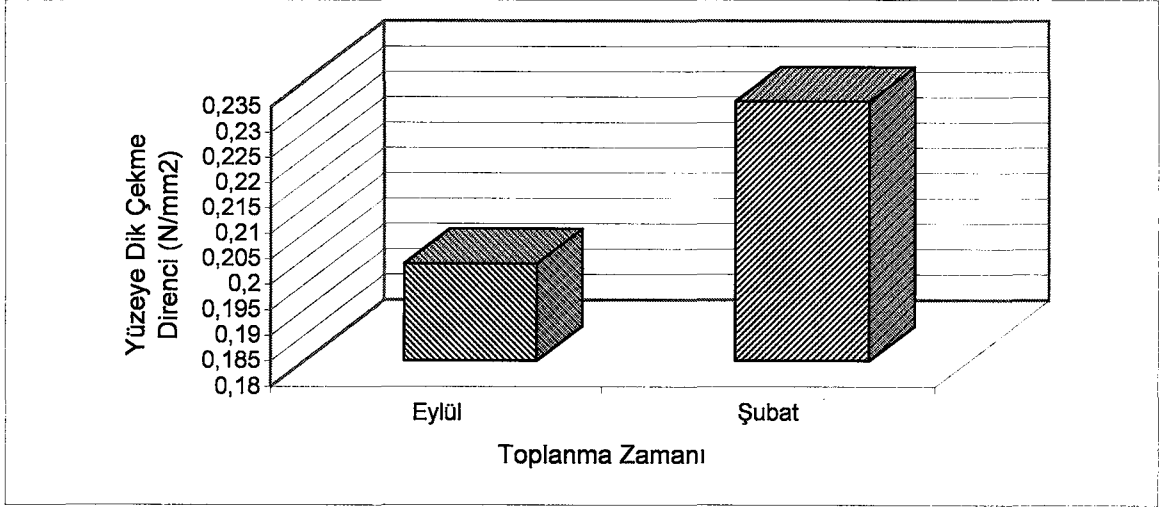
İbre kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Yüzeye dik çekme direnci değerlerinde ibre kullanımı ile belirgin bir azalma olduğu kaydedilmiştir. İbre kullanım sonucu yüzeye dik çekme direncinde meydana gelen azalma oranları; orta tabakada % 25 ibre kullanımı için % 25.11, % 50 ibre kullanımı için % 41.78, % 75 ibre kullanımı için % 53.19 ve % 100 ibre kullanımı için ise % 62.55 olarak gerçekleşmiştir. Tüm tabakalarda ibre kullanımı ile üretilen yongalevhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri odun levhalarından % 71.68 oranında daha düşük bulunmuştur. İbre kullanımı sonucu yüzeye dik çekme direncinde meydana gelen azalmanın sebepleri şu

şekilde açıklanabilir; ibreler oduna göre daha asidik bir karakterde olduğu için meydana gelen erken sertleşme olayı ve bunun sonucunda presleme sırasında tutkal yapısının bozulması yüzeye dik çekme direncini düşürmüştür. Ayrıca tutkal tüketimi ve sertleşme üzerinde etkili olan ekstraktif maddeler ibrelerde oduna oranla daha yüksek miktarda bulunmaktadır. Bu nedenle yapışmayı olumsuz yönde etkileyen ekstraktif maddeler, üretilen levhaların yüzeye dik çekme direncini düşürmüştür. Elde edilen sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir [27, 123, 124, 160]. İbre kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 20’de gösterilmiştir.

İbre toplanma zamanı yüzeye dik çekme direncini etkilemektedir. Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalarda bu değer 0.199 N/mm^2 iken, Şubat ibrelerinden üretilen levhalarda ise bu değer 0.231 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Şubat ibrelerinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri Eylül ibrelerinden oluşan levhalardan % 16.08 oranında daha yüksek çıkmıştır. Bu durum şubat ayı ibrelerinin Eylül ibrelerine oranla daha yüksek pH ve daha az miktarda ekstraktif maddeye sahip olmasından kaynaklanmaktadır. İbre toplanma zamanının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 21’de gösterilmiştir.

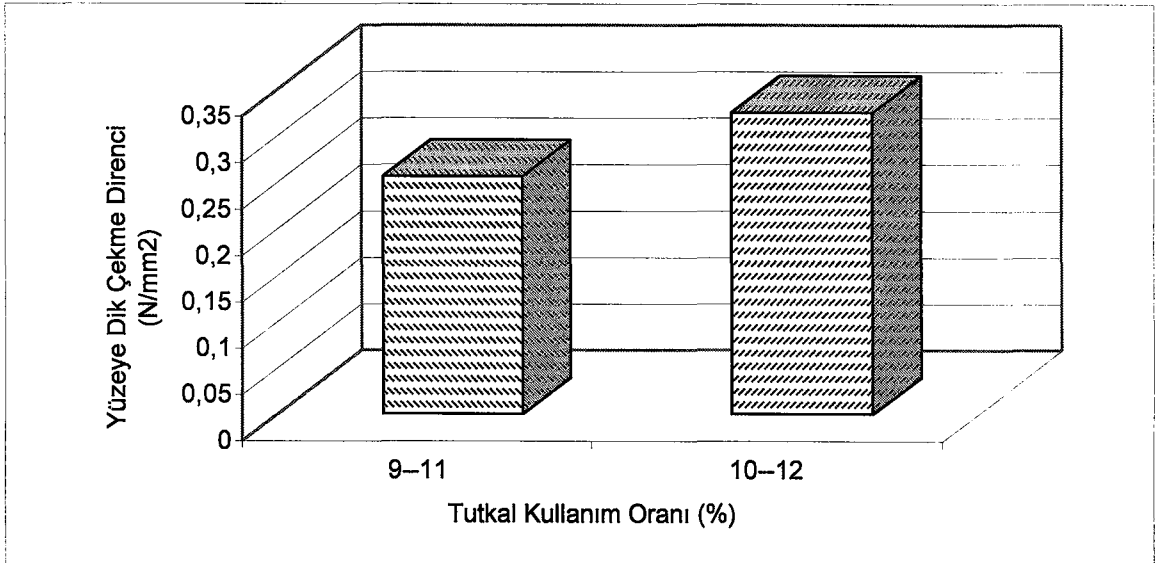


Şekil 20. İbre kullanımının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi



Şekil 21. İbre toplanma zamanının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi

Yüze dik çekme direnci değerleri % 9-11 oranında tutkal kullanılarak üretilen levhalarda 0.256 N/mm^2 , % 10-12 oranında tutkallı yongalevhalarda ise 0.325 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye çıkarılması sonucu yüze dik çekme direncinde % 26.95 oranında bir artış kaydedilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatür bilgileri ile uyum göstermektedir [27, 125, 167, 168, 170]. Tutkal kullanım oranının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi Şekil 22'de gösterilmektedir.



Şekil 22. Tutkal kullanım oranının yüze dik çekme direnci üzerine etkisi

EN 312-2 (1996) nolu standartta yüze dik çekme direncinin genel kullanım amaçlı levhalarda minimum 0.24 N/mm^2 ve EN 312-3 (1996) nolu standartta mobilya

üretimi için bu değerin en az 0.35 N/mm^2 olması öngörülmektedir [169, 171]. Yapılan çalışmalar sonucu; % 100 odun yongalarından üretilen, Şubat ayında toplanan ibrelerin % 25 oranında odun yongalarına karıştırılıp % 9-11 oranında tutkallanması ile üretilen ve Şubat ibrelerinin % 50 oranında odun yongalarına katılıp % 10-12 oranında tutkallanması ile elde edilen levhaların mobilya üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. 3, 4, 5, 6, 11, 12 ve 13. tip levhalar hariç diğer levha tiplerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri genel kullanım için öngörülen değere uygun çıkmıştır.



5. SONUÇLAR

5.1. Anatomik Özellikler

5.1.1. Ökalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) Odununun Anatomik Özellikleri

1. Trahelerin yıllık halka içerisindeki dizilişi dağınıktır.
2. Yıllık halkalar belirgin değildir.
3. Trahelerde çift boyutluluk vardır.
4. Perforasyon tablası basittir.
5. Trahelerin radyal çapı 187.79 μm , teğetsel çapı 137.36 μm , trahe hücre uzunluğu 373.26 μm 'dir.
6. 1 mm^2 ' de trahe sayısı 11.72 adettir.
7. Libriform lifler basit, traheit lifleri ve vasisentrik traheitler kenarlı geçitlere sahiptir.
8. Lif uzunluğu 863.02 μm , lif genişliği 18.42 μm , lümen genişliği 11.78 μm ve lif çeper kalınlığı 3.46 μm 'dir.
9. Özışınlarının tipi üniseri ve biseri homoselüler, homojen Tip I şeklindedir.
10. 1 mm^2 ' de özışını sayısı 15.24 (12-18) adet, özışını yüksekliği 272.99 μm ve özışını genişliği 73.60 μm 'dir.
11. Odunda boyuna paranzim hem apotraheal hem de paratraheal olarak bulunmaktadır.

5.1.2. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) İbrelerinin Anatomik Özellikleri

1. İbreler ünifasiyaldır.
2. Epidermis tek tabakalıdır.
3. Toplam ibre kalınlığı 908.92 μm , üst korteks 152.76 μm , alt korteks 336.07 μm , ana damar kalınlığı 420.09 μm 'dur.
4. Sekonder yapı yoktur.
5. Protoplazma tamamıyla doludur.

6. Epiderminin altında 3-8'li kümelerden oluşan sklerankima hücreleri yer almaktadır.

5.2. Kimyasal Özellikler

5.2.1. pH

1. En yüksek pH değerine odunda, en düşük değere ise Eylül ayında toplanan ibrelerde ulaşılmıştır.
2. İbrelerin pH değerleri odun örneklerinkinden düşük bulunmuştur.
3. Şubat ayında toplanan ibrelerin pH değerleri Eylül'de toplananlardan yüksek çıkmıştır.

5.2.2. Alkol-Benzende Çözünürlük

1. En yüksek alkol-benzen çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde, en düşük ise odun örneklerinde elde edilmiştir.
2. İbrelerin alkol-benzende çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden yüksek çıkmıştır.
3. Eylül ayında toplanan ibrelerin alkol-benzen çözünürlüğü Şubat ibrelerinden yüksek bulunmuştur.

5.2.3. % 1'lik NaOH'ta Çözünürlük

1. En yüksek % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde en düşük ise odun örneklerinde elde edilmiştir.
2. İbrelerin % 1'lik NaOH'ta çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden yüksek çıkmıştır.
3. Eylül ayında toplanan ibrelerin % 1'lik NaOH'ta çözünürlüğü Şubat'takilere göre yüksek bulunmuştur.

5.2.4. Sıcak Su Çözünürlüğü

1. En yüksek sıcak su çözünürlük değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerde, en düşük ise odun örneklerinde elde edilmiştir.
2. İbrelerin sıcak su çözünürlük değerleri odun örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır.
3. Eylül ayında toplanan ibrelerin sıcak su çözünürlüğü Şubat'takilere göre yüksek bulunmuştur.

5.3. Fiziksel Özellikler

5.3.1. Özgül Ağırlık

1. En yüksek özgül ağırlık değeri % 100 odun kullanılarak üretilen yonga levhalarda, en düşük değer ise Eylül ayında toplanan ibrelerden tüm tabakalarda kullanılarak üretilen levhalarda elde edilmiştir.
2. İbre kullanım oranı yongalevhanın özgül ağırlığı üzerinde etkili olmamıştır.
3. Eylül ve Şubat aylarında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhaların özgül ağırlık değerleri arasında belirgin bir farklılık bulunmamıştır.
4. Tutkal kullanım oranının yükseltilmesi özgül ağırlık değerlerini etkilememiştir.

5.3.2. Rutubet Miktarı

1. En yüksek rutubet miktarına % 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhalarda, en düşük miktara ise tüm tabakalarda Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır.
2. İbre kullanımının etkili olduğu belirlenmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucu % 25 oranında ibre kullanımı sonucu rutubet miktarında değişiklik olmadığı, % 50, % 75, % 100 oranında kullanılanlar için ise rutubet miktarında belirgin bir azalma olduğu kaydedilmiştir.

3. İbre toplanma zamanının rutubet miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhaların rutubet miktarları Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalardan düşük bulunmuştur.

4. Tutkal kullanım oranının yongalevha rutubet miktarı üzerinde etkilili olmadığı belirlenmiştir.

5. Deneme levhalarının rutubet miktarı standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

5.3.3. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

1. En yüksek kalınlık artışı oranı değerlerine % 100 oranında odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhalarda, en düşük değere ise tüm tabakalarda Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır.

2. 2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerinde ibre kullanımın etkili olduğu belirlenmiştir. Artan ibre kullanımına bağlı olarak kalınlık artışı oranlarında belirgin bir azalma kaydedilmiştir.

3. Yapılan çalışmalar ve bu çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel anlamda değerlendirilmesi sonucu ibre toplanma zamanının 2 ve 24 saatte kalınlık artışı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen levhaların kalınlık artışları Şubat ayında toplananlara göre daha düşük çıkmıştır.

4. Tutkal kullanım oranının 2 saatlik kalınlık artışı üzerinde etkili, 24 saatlik kalınlık artışı üzerinde ise etkisiz olduğu belirlenmiştir. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den %10-12'ye çıkarılması sonucu 2 saatlik kalınlık artışı oranında bir azalma kaydedilmiştir.

5. Deneme levhalarının 2 saatte kalınlık artışı oranlarının standartta öngörülen değerden yüksek çıktığı belirlenmiştir. Fakat tüm tabakalarda Eylül ibrelerini içeren yongalevhaların 2 saatte kalınlık artışı oranlarının standart değere yakın olduğu tespit edilmiştir.

5.4. Mekanik Özellikler

5.4.1. Eğilme Direnci

1. En yüksek eğilme direnci değerine % 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde ulaşılrken, tüm tabakaları Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen levhalar en düşük değeri vermiştir.

2. İbre kullanımının eğilme direncini önemli bir düzeyde etkilediği belirlenmiştir. Artan ibre kullanım oranına bağlı olarak eğilme direncinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir.

3. Eğilme direnci üzerine ibre toplanma zamanının etkisinin önemli olduğu bulunmuştur. Şubat ayında toplanan ibrelerden üretilen levhaların eğilme direnci değerleri Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhelere göre yüksek çıkmıştır.

4. Tutkal kullanım oranı eğilme direnci üzerinde belirgin bir etki yapmıştır. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye yükseltilmesi sonucu eğilme direnci değerlerinde artış kaydedilmiştir.

5. % 100 odun yongasından üretilen yongalevhaların mobilya üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerin orta tabakada % 25 ve % 50 oranlarında odun yongalarına karıştırılması ve % 10-12 oranında tutkal kullanılması ile üretilen yongalevhalar, Şubat ayında toplanan ibrelerin orta tabaka odun yongalarına % 25 oranında karıştırılması ve % 9-11 oranında tutkalanması sonucu üretilen levhalar ile Şubat ayında toplanan ibrelerin % 10-12 tutkal kullanımı ve % 50 oranında orta tabaka odun yongalarına karıştırılması ile üretilen yongalevhalar genel kullanım amacı için uygun özellik taşımaktadır.

5.4.2. Eğilmede Elastiklik Modülü

1. % 100 odun yongaları kullanılarak üretilen yongalevhelerde en yüksek elastiklik modülü değerine ulaşılrken, tüm tabakaları Eylül ayında toplanan ibrelerden oluşan levhalar en düşük değeri vermiştir.

2. İbre kullanımı sonucu elastiklik modülü değerlerinde belirgin bir azalma görülmüştür. Artan ibre kullanım oranına bağlı olarak elastiklik modülü değerlerinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir.

3. İbre toplanma zamanının elastiklik modülü üzerinde etkisinin olduğu görülmüştür. Şubat ibrelerinden üretilen levhaların elastiklik modülü değerleri Eylül levhalarından daha yüksek çıkmıştır.

4. Tutkal kullanım oranı elastiklik modülü üzerinde belirgin bir etki yapmıştır. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye çıkarılması sonucu elastiklik modülü değerlerinde artış kaydedilmiştir.

5. % 100 odun yongasından üretilen yongalevhalar ile Şubat ayında toplanan ibrelerin % 50 oranında odun yongalarına karıştırılması ve % 10-12 oranında tutkal kullanılması ile üretilen levhaların standart özellik taşıdığı belirlenmiştir.

5.4.3. Yüze Dik Çekme Direnci

1. % 100 odun yongası kullanılarak üretilen yongalevhaların en yüksek, tüm tabakalarında Eylül ayında toplanan ibrelerin kullanıldığı levhaların ise en düşük yüze dik çekme direncine sahip olduğu belirlenmiştir.

2. İbre kullanımının yüze dik çekme direnci üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Artan ibre kullanım oranına bağlı olarak yüze dik çekme direnci değerlerinde belirgin bir azalma kaydedilmiştir.

3. İbre toplanma zamanı yüze dik çekme direncini etkilemektedir. Şubat ibrelerinden üretilen levhaların yüze dik çekme direnci değerleri Eylül ibrelerinden oluşan levhalardan yüksek çıkmıştır.

4. Tutkal kullanım oranı yüze dik çekme direnci üzerinde belirgin bir etki yapmıştır. Tutkal kullanım oranının % 9-11'den % 10-12'ye çıkarılması sonucu yüze dik çekme direncinde bir artış kaydedilmiştir.

5. % 100 odun yongalarından üretilen, Şubat ayında toplanan ibrelerin % 25 oranında odun yongalarına karıştırılıp % 9-11 oranında tutkalanması ile üretilen ve Şubat ibrelerinin % 50 oranında odun yongalarına katılıp % 10-12 oranında tutkalanması ile elde edilen levhaların mobilya üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. 3, 4, 5, 6, 11, 12 ve 13. tip levhalar hariç diğer levha tiplerinin yüze dik çekme direnci değerleri genel kullanım için öngörülen değere uygun çıkmıştır.

6. ÖNERİLER

Dünyadaki teknolojik gelişmelerin tersine orman varlığı gün geçtikçe orman endüstrisinin talebine cevap verememektedir. Dünyada orman kaynakları giderek azalmaktadır. Nüfus artışına paralel olarak tüketim artmaktadır. Hammadde kaynaklarımızdan maksimum faydayı sağlamak artık kaçınılmazdır.

Gelişen dünya ve Türkiye koşullarına bağlı olarak orman ve orman ürünlerine duyulan gereksinimin çoğalması ve ormanlarımızın aşırı kullanılması nedeniyle ihtiyacı karşılayacak duruma gelmesi bu kaynakların daha rasyonel kullanılmasını gerektirmiştir. Bu nedenle oduna dayalı sanayilerde alternatif hammaddeler aranması yoluna gidilmektedir.

Yongalevha üretimi ana hammaddesi oduna dayalı bir endüstridir. Yıllar geçtikçe hammadde bulma konusunda karşılaşılan zorluklar yongalevha üretiminde odun yerine yıllık bitkilerin ve orman artıklarının (dal, kabuk) kullanılması amacıyla çeşitli araştırmaların yapılmasını gerektirmiştir.

Bu çalışmada Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibrelerinin yongalevha üretiminde kullanılabilmesi imkanları araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucu; üretilen yongalevhaların rutubet miktarlarının standartlarda öngörülen değerle uyum gösterdiği belirlenmiştir. Levhaların üretiminde öngörülen özgül ağırlık 0.70 g/cm^3 iken, üretilen levhalarda bu değer $0.685-0.698 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmektedir. Buna görme serme, tutkallama ve dozajlama ünitelerinde sürekli kontrol gerekmektedir.

İbre kullanımı yongalevhaların mekanik özelliklerini düşürmekle birlikte kalınlığına şişme miktarını önemli derecede iyileştirmesi olumlu bir özelliktir. Özellikle Şubat ayında toplanan ibrelerin orta tabaka odun yongalarına belirli oranlarda karıştırılması ile üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin (eğilme direnci, eğilmede elastiklik modülü ve yüzeye dik çekme direnci) standart değerlere uygun olduğu belirlenmiştir. Ayrıca; Eylül ayında toplanan ibrelerden üretilen yongalevhalarda tutkal kullanımının yüksek tutulması ile mekanik özellikler açısından standartlarda öngörülen değerlere yaklaşıldığı tespit edilmiştir. Eylül ayında toplanan ibrelerin tüm tabakalarda kullanılması sonucu kalınlığına şişme değerinin standart değere yaklaştığı gözlenmektedir. Üretilen yongalevhaların kalınlığına şişme miktarlarını daha da azaltmak için;

1. Yongalevha yüzey ve kenarları kaplanabilir [16].
2. Yongalevha üretiminde parafin kullanılabilir [85].
3. Yongalar asetilasyon veya ısıtma işlemine tabi tutulabilir [110, 172, 173, 174, 175, 176].
4. % 10 oranında odun tozu orta tabaka yongalarına karıştırılabilir [49].
5. Yongalar su buharı etkisinde bırakılabilir [109].
6. Yongalar su itici maddelerle muamele edilebilir [177].
7. Levha üretiminde melamin-üre formaldehit, fenol formaldehit veya izosiyanat tutkalları kullanılabilir [178, 179, 180].

Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibrelerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerlerini yükseltmek için ise aşağıdaki önlemler alınabilir:

1. Yongalevha yüzeyleri çeşitli kaplama malzemeleri ile kaplanabilir [16].
2. Genellikle ağır odunlar yongalanırken nispeten kaba ve yüzey alanı küçük yonga verdikleri için Sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait.) ibreleri iğne yapraklı ağaç odun yongaları ile karıştırılabilir [119, 124, 181].
3. Tutkal miktarı artırılabilir [8, 27, 125, 126, 128, 132, 167].
4. Tutkallama sırasında tutkal yongalar üzerine çok ince tanecikler halinde püskürtülebilir ve püskürtme süresi uzatılabilir [168, 182].
5. Yonga kalınlıkları artırılabilir [125, 128].
6. Narinliği yaklaşık 150 olan yongalar üretimde kullanılabilir [118].
7. Toz ve küçük yonga parçacıklarının yongalara ilave edilmesiyle mekanik dirençler yükseltilebilir. Fakat ilave oranı % 10-15'i aşmamalıdır [49, 170].
8. Yongalevha özgül ağırlığı artırılabilir [183, 184, 185].
9. Yüzey ve orta tabaka rutubetinin yüksek tutulması eğilme ve yüzeye dik çekme direncini arttıracaktır [133].
10. Pres sıcaklığı ve süresi artırılabilir [177, 186].

Özellikle orman yangınlarının söndürülmesini güçleştiren ve yangının hızını artıran ibrelerin yongalevha endüstrisinde kullanılması çevresel ve ekonomik yönden ülkemize önemli katkılar sağlayacaktır. Bu şekilde endüstrinin hammadde sıkıntısına çözüm getirilebilir ve aynı zamanda daha ekonomik levha üretimini de mümkün kılabilir. Bu tür artıkların yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesinde hammaddenin toplanması, taşınması ve depolanmasının problem yaratabileceği unutulmamalıdır.

Dünyada odun hammaddesinin her geçen gün azalması, çevre ve hava kirliliği sorunlarının ağırlaşmasına bağlı olarak ormanların kesilmesinin sınırlandırılması zorunluluğu bu tür artıkların yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesi maksadıyla önemli bir kriter oluşturmaktadır. Bu uygulama ile hammadde maliyeti azaltılarak, ürün maliyetini düşürmek mümkün olacaktır. Hammadde kaynaklarımızın ekonomik ve rasyonel bir şekilde kullanılabilmesi için bu tür artıkların kullanımı ormanlara olan talebi azaltarak, orman kaynaklarının gelecek nesillere yararlı olmasına olanak sağlayacaktır.

Sahil çamı (ibreleri) kullanılarak yongalevha üretmek mümkündür. Özellikle ibrelerin yongalevhanın orta tabakasında odun yongaları ile karışım halinde kullanılması önerilebilir. Şişme oranı düşük levha üretmek için Eylül, mekanik özellikleri yüksek levhalar için ise Şubat ayında toplanan ibrelerin kullanımı daha faydalı olacaktır. Bu çalışmaya ek olarak diğer iğne yapraklı ağaç ibrelerinden yongalevha üretim imkanları ve ibre kullanımının formaldehit emisyonu üzerine etkisi araştırılmalıdır.



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. Bozkurt, Y. ve Göker, Y., Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 3311/372, İstanbul, 1985.
4. TS 2129, Odunlifi ve Yongalevhalar (Terimler ve Tarifler), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1975.
5. TS 3482, Yongalevhaları (Dik Yongalı), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1980.
6. Akbulut, T., ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1991.
7. Özen, R., Waferboard-Etiket Yongalı Levha Üretimi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 5, 1 (1982) 135-150.
8. Özen, R., Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları, KTÜ Basımevi, Trabzon, 1981.
9. Sellers, T., Mc Sween, J.R. ve Nearn, W.T., Gluing of Eastern Hardwoods, United States Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station, SO 71, Louisiana, 1988.
10. Çehreli, H.T., Yönlendirilmiş Yongalı Levhaların (Oriented Structural Board) Üretimi, Teknolojik Özellikleri ve Kullanım Yerleri, K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 4, 1 (1981) 98-120.
11. Kalaycıoğlu, H., OSB Levhaları (Yönlendirilmiş Yongalevhalar), KTÜ Orman Fakültesi Bahar Yarıyılı Seminerleri, Seminer Serisi No:4, 1997 120-124.
12. Bozkurt, A.Y., Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 32, 2 (1982) 30-34.
13. TS 4616, Yongalevhaları-Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1988.
14. Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., Yongalevha Teknolojisi, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 120-126.

15. Göker, Y., Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri, Laminart Dergisi, 7, 3 (2000) 128-133.
16. Nemli, G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2000.
17. 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.
18. Bohme, P., Substitution of Plastics for Wood Based Materials in the Furniture Industry, Holz Technology, 12, 1 (1971) 8-23.
19. Akbulut, T. ve DüNDAR, T., Yongalevhada Yüzey Kaplama Malzemeleri, Ahşap Dergisi, 8 (1994) 27-30.
20. Kolmann, F., Holzspanwerkstoffe, Institutes für Holzforschung und Holztechnik der Universität München, Mit 409, Springer-Verlag, Berlin, 1966.
21. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Yongalevhada Laminasyon, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 11 (1995) 30-45.
22. Anonim, Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, Forest Products Laboratory, Washington, USA, 1972.
23. Çınar, S., Hazır Sentetik Kaplamalar, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 4 (1995) 14-17.
24. Kalaycıoğlu, H., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1991.
25. TS 1351, Lif-Yonga Odunu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1973.
26. Özen, R., Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 1980.
27. Maloney. T. M., Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, Miller Freeman Publications, Inc., San Francisco, 1977.
28. Burrows, C. H., Particleboard from Douglas Fir Bark without Additives, Oregon Forest Resources Center, Information Cir., Carvallis, Oregon (1960).
29. Wellons, J. D. ve Kraher, R. L., Self Bonding in Bark Composites, Wood Science, 6, 2 (1973) 112-122.

30. Chow, S., Thermal Reactions and Industrial Uses of Bark, Wood Fiber, 4, 3 (1972) 130-138.
31. Chow, S., Bark Board without Synthetic Resins, Forest Products Journal, 25, 11 (1975) 32-37.
32. Chow, S. ve Pickles, K. J., Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, Wood Fiber, 3, 3 (1972) 166-178.
33. 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.
34. Maloney, T. M., Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species, Forest Products Journal, 23, 8 (1973) 30-38.
35. Place, T. A. ve Maloney, T. M., Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards, Forest Products Journal, 25, 1 (1975) 33-39.
36. Blanchet, P., Clastier, A. ve Riedl, B., Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, Wood Science and Technology, 34 (2000) 11-19.
37. 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.
38. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Properties of Structural Particleboard Prepared from The Bark of Pinus Brutia, Proceedings of The XI World Forestry Congress, 13-22 October Volume 4 50 (1997) Antalya/Turkey.
39. 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.
40. 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.
41. Schultz, T.P. ve Nicholas, D.D., Naturally Durable Heartwood, Evidence for a Proposed Dual Defensive Function of the Extractives, Phytochemistry, 54 (2000) 47-52.
42. Karacalıoğlu, T., Orman Gülü Odunlarının Bazı Özellikleri İle Bu Odunların Yonga Levha Yapımında Kullanılma Olanaklarının Laboratuar Koşullarında Araştırılması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 60, Ankara, 1974.

43. Öktem, E., Ormangülü Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 113, Ankara, 1979.
44. 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, Mokuzai Gakkaishi, 35, 1(1989) 1-7.
45. Nemli, G., Hızıroğlu, S., 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.
46. 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.
47. Baştürk, M.A, Boylu Arınc Odununun Yonga Levha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, I.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 43, 2 (1993).
48. Esmeralda, Y.A., Okino, M.R.R., Markos, A.E., Marcus V. D., Mario, E.D. ve Souza, D.E., Evaluation of The Physical and Biological Properties of Particalboard and Flakeboard Made from Cupressus Spp, International Biodeteration & Biodegradation 53, 2 (2004) 1-5.
49. Nemli, G., Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Tr. J. of Agric. For., 27, 2 (2003) 99-104.
50. Nemli, G. ve Akbulut, T., Effect of Juvenile Woods on Some Physical and Mechanical Properties of Particleboards Manufactured from Black Locust, I.Ü. Orman Fak. Dergisi, 53, 2 (2003) 75-78.
51. Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., Duglas Göknarı Türünün Yongalevha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi, K.Ü. Artvin Orman Fak.Dergisi, 3, 1(2002) 18-20.
52. Nacar, M., Okalıptus Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1997.
53. 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.
54. Lehmann, W.F. ve Geimer, R.X., Properties of Structural Particleboards from Douglas-Fir Forest Residues, Forest Products Journal, 24, 10 (1974) 17-25.
55. Stefaniak, J., Suitability of Pine Juvenile Wood for Particleboard Production; Properties of Particleboard from Topwood, Prace Komisji Technol. Drewna, 11 (1985) 111-131.

56. Deppe, H.J. ve Ernst, K., Taschenbuch Der Spanlatten Technic, 2.Überarbeitete Und Erweiterte Auflage, Drw-Werlag Leinfelden, 1977.
57. Örs, Y. ve Kalaycıoğlu, H., Çay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Tr. J. of Agriculture and Forestry, 15 (1991) 968-974.
58. Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., An Alternative Material in Particleboard Industry: Residues of Tea Factory, Proceedings of The XI.World Forestry Congress, 13-22 October 1997, Antalya, 4, 49.
59. 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.
60. Turreda, L.D. ve Bagasse, Wood and Wood-Bagasse Particleboards Bonded with Urea Formaldehyde and Polyvinil Acetate/Isocynate Adhesives, USDA Technology Journal, 8, 3 (1983) 66-78.
61. 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.
62. Güler, C., Yongalevha Üretiminde Alternatif Bir Kaynak Pamuk Sapları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 58, 1 (2004) 44-50.
63. Heller, F., The Manufacture of Particleboard from Unconventional Raw Materials, Holz als Roh-Und Werkstoff, 38, 10 (1980) 393-396.
64. Vermans, C.H., The Manufacture of Particleboard Based on Unconventional Raw Materials, United Nations Industrial Development Organisation, No: Id-Wg, 338-5, Vienna, Austria, 1981, 17 P.P.
65. Güler, C. ve Özen, R., Some Properties Of Particleboards Made From Cotton Stalks, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 40-43.
66. Güler, C., Pamuk Saplarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Doktora Tezi, K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, 2001.
67. Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., Yıllık Bitki Atıklarından Yongalevha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, Mersin Üniversitesi Ulusal Sanayi- Çevre Sempozyumu ve Sergisi, Bildiriler Kitabı, 25-27 Nisan 2001, 789-796, Mersin.
68. Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H., Utilazition of Cotton Stalks as a Possible Raw Material For Particleboard Production 56th Appita Annual Conference Rotorua, 18-20 March 2002, Proceedings, 497-503, New Zeland.
69. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Kenaf Bitkisinin Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirilebilme İmkanları, D.P.T. Projesi, Proje No:97.113.002.1, Trabzon, 2001.

70. 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.
71. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Lee., Y.K., Possibility of Using Waste Tire Composites Reinforced With Rice Straw as Construction Materials, Bioresource Tecnology, In Press, 2004.
72. Sorawsian, P., Aoadi, F., Chowdhurry, H., Nossoni, A. ve Sawyer, G., Cement-Bonded Strawboard Subjected to Accelerated Pressing, Cement and Concentre Composites, 13 November 2003.
73. Papadopulos, A.N. ve Hague, J.R.B., The Potential for Using flax Shiv as a Lignocellulosic Raw Material for Particleboard, Industrial Crops and Products, 17 (2003) 143-147.
74. Khedari, J., Choroenvai, S. ve Hirunlabh, J., New Insulating Particleboard from Durian Peel and Coconut Coin, Bulding and Enviroment, 38, 3 (2003) 435-441.
75. 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.
76. Papadopulos, A.N., Hill, J. ve Gkoravelli, A., Bamboo Chips as a Alternative Lignocellulosic Raw Material for Particleboard Manufacture, Holz als Roh-Und Werkstoff, 62, 1 (2004) 36-39.
77. Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B. ve Ay, N., Suitability of Kiwi Prunings for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops and Products, 17, 1 (2003) 39-46.
78. Yang, H.S., Kim, D.J. ve Kim, H.J., Rice Straw-Wood Particle Composite for Sound Absorbing Wooden the Construction Materials, Bioresource Technology, 86, 2 (2003) 117-121.
79. Almeida, R.R., Menezzi, C.H. ve Teixeira, D.E. Utilization of The Coconut Shell of Babacu to Produce Cement-Bonded Particleboard, Bioresource Technology, 85, 2 (2002) 159-163.
80. Nitalos, 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.
81. Wong, D., Sun, X.S., Low Density Particleboard from Wheat Straw and Corn Pith, Industrial Crops and Products, 15, 1 (2002) 43-50.
82. Grigoriou, A.H. ve Ntalos, G.A., The Potantial Use of Easter Stalks as a Lignocellulosic Resource for Particleboards, Industrial Crops and Products , 13, 3 (2001) 209-218 .

83. 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.
84. Gerardi, V., Minelli, F. ve Viggiano, D., *Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in Italy*, Biomass and Bioenergy, 14, 3 (1998) 295-299.
85. Nemli, G., Yalınkılıç, M.K., İmamura, Y., Takakoshi, M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z. ve Özdemir, T., *Biological, Physical And Mechanical Properties Of Particleboard Manufactured From Waste Tea Leaves*, International Biodeterioration & Biodegradation, 41, 1 (1998) 75-84.
86. Mo, X., Cheng, E., Wang, D. ve Sun, X., *Physical Properties of Medium-Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adhesives*, Industrial Crops and Products, 18 (2003) 47-53.
87. Huş, S., *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul Üniversitesi Yayın No:2337, Orman Fakültesi Yayın No:242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, 1997.
88. Anonim, *Adhesive Bonding of Wood*, Us Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No:1512, Washington, 1975.
89. Nemli, G. ve Aydın, A., *Üre Formaldehid Tutkalları*, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 57, 6 (2003) 214-220.
90. Conner, A.H., *Urea Formaldehyde Adhesive Resins*, Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501, 2001.
91. Dunky, M., *Urea Formaldehyde Adhesive Resins for Wood*, International Journal of Adhesion and Adhesives, 18, 2 (1998) 95-97.
92. Pizzi, A. *Advanced Wood Adhesives Technology*, Marcel Dekker, Inc. New York, Basel Hong Kong, 1994.
93. Pizzi, A., *Wood Adhesives: Chemistry and Technology*, Vol. 1, Marcel Dekker, New York, 1983.
94. Nemli, G. ve Çolak, S., *Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehid Tutkalları*, Ağaç Makinaları, 4 (2002) 46-48.
95. Sellers, J., *Plywood Adhesive Technology*, Forest Products Utilization Laboratory, Marcel Decter Inc. New York, 1985.
96. Yıldız, Ü.C., *Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri*, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1994.

97. Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., Ahşap Sanayiinde Melamin Formaldehid ve Melamin/Üre Formaldehid Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47, 2 (2002) 130-138.
98. Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E., Isocyanate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2 (2002) 81-83.
99. Burdurlu, E., Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri, Bizim Büro Basımevi , Ankara, 1994.
100. Kalaycıoğlu, H., Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehid Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon , 1987.
101. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolu Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolu Lignin Modified Resins, International Journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 477-480.
102. Çetin, N.S. ve Özmen, N., Use of Organosolu Lignin in Phenol-Formaldehyde Resins for Particleboard Production: II Particleboard Production and Properties, International Journal of Adhesion and Adhesives, 22, 6 (2002) 481-486.
103. 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.
104. Mo, X., Hu, J., Sun, X.S. ve Ratto, J.A. Compression and Tensile Strength of Low Density Strow Protein Particleboard, Industrial Crops and Products, 14, 1 (2001) 1-9.
105. Heinrich, H., Pichelin, F. ve Pizzi, A., Lower Temperature Tannin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 4 (1996) 262.
106. Garnier, S., Huang, Z., Pizzi, A. ve Dry J.B., Forecasting of Convercial Tannin Adhesives-Bonded Particleboard by Tma Bending, Holz als Roh-Und Werkstoff, 59,1-2 (2001) 46.
107. 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.
108. Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A., Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, Holz als Roh-und Werkstoff, 61, 2 (2003) 142-144.
109. 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.

110. Unchi, S., Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing, Ph.D.Thesis, Faculty of Forestry University Pertanian, Malaysia, 1946.
111. Kartal, S.N. ve Clausen, C.A., Leacability and Decay Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, International Biodeterioration & Biodegradation 47, 3 (2001) 183-191.
112. Grexa, O. ve Lübke, H., Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, Polymer.Degradation and Stability, 74, 3 (2001) 183-191.
113. Örs, Y., Kurutma ve Buharlama Tekniği, K.Ü. Ders Teksirleri Serisi No: 15, K.Ü. Basımevi, Trabzon, 1986.
114. Akbulut, T., Yongalevha Endüstrisi, Laminant Dergisi, 7, 3 (200) 112-119.
115. Kalaycıoğlu, H. ve Nemli, G., Yongalevha Endüstrisinde Sıvı Yüzey İşlemleri, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 25 (1997) 86-94.
116. Currier, G.M., Direct Finishing And Printing of Particleboard Furniture Finishing Textbook, Production Publishing Company, Furn. Prod.:804, Tennessee, Usa, 1977.
117. Richter, J.A., Printing and Finishing Particleboard Furniture Finishing Textbook, Production Publishing Company, Furn. Prod.:804, Tennessee, USA, 1977.
118. Göker, Y. ve Akbulut, T., Yongalevha ve Kontrplağın Özellikleri Etkileyen Faktörler Orenko'92 Bildiri Metinleri Cilt 1, (1992) 269-287.
119. Kamdem, D.P. ve Sean, S.T., The Durability of Phenolic Bonded Particleboard Made of Decay-Resistance Black Locust and Nondurable Aspen, Forest Products Journal, 21, 11 (1984) 65-68.
120. Suchsland, O., Linear Hygroscopic Expansion of Selected Commercial Particleboards, Forest Products Journal, 22, 11 (1973) 28-32.
121. Carl, C.G., Basic Mechanical Properties of Flakeboards From Ring-Cut Flakes of Eastern Hardwoods, Forest Products Journal, 44, 9 (1994) 26,32.
122. Akbulut, T., Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1995.
123. Haygreen, J.G. ve Bowyer, J.L., Forest Products and Wood Science an Introduction, Jawa State University Press, 1985.
124. Lynam, F.C., Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard: L.Mitlin: Particleboard Manufacture and Application, .Pressmedia Books Ltd. D:K. 1969.

125. Au, K.C. ve Gertjeansen, R.O., Influence of Wafer Thickness and Resin Spread on The Properties of Paper Birch Waferboard, Forest Products Journal, 39, 4 (1989) 47-50.
126. Liv, J.Y. ve McNatt, J.D., Thickness Swelling and Density Variation In Aspen Flakeboards, Wood Science and Technology, 82 (1991) 25-33.
127. Kajita, H., Mukudai, J. ve Yano, H, Durability Evaluation of Particleboard By Accelerated Aging Tests, Wood Science and Technology, 25 (1991) 239-249.
128. May, H.A., Relations Between Properties, Raw Materials and the Distribution of Density In Particlebord , Part 5, Holz als Roh-Und Werkstoff, 41 (1983) 369-374.
129. Hayashi, K., Ohmi, M. ve Tominaga, H., Effect of Board Density on Bending Properties And Dimensional Stabilities of MDF-Reinforced Corrugated Particleboard, Journal of Wood Science, 49, 5 (2003) 398-404.
130. Schulte, M. ve Frühwald, A., Some Investigation Concerning Density Profile, Internal Bond and Relating Failure Position of Particleboard, Holz als Roh-Und Werkstoff, 54, 5 (1996) 289-294.
131. Dexin, Y. ve Östmen, A.L., Tensile Strength Properties of Particleboard at Different Temperatures and Moisture Contents, Holz als Roh-Und Werkstoff, 44 (1983) 281-286.
132. Halligan, A.F. ve Schiwind, A.P., Pradiction of Particleboard Mechanical Properties of Various Moisture Content, Wood Science and Technology, 8 (1974) 68-78.
133. Kollman, F., Kuenzi, E.W. ve Stam, A.S., Principles of Wood Science and Technology Springer Verlag, Heidelberg, Newyork, 1975.
134. Nemli, G., Factors Affecting the Production E1 Type Particleboard, Turk. Journal of Agriculture and Forest., 26 (2002) 31-36.
135. TS 642, Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1968.
136. Ives, E., A Guide to Wood Microtomy, Sproughton, (2001) 114.
137. Serdar, B., Türkiye’de Doğal Yetişen Salicaceae Familyası Taksonlarının Ekolojik Odun Anatomisi, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2003.
138. Normand, Manuel D’ Identification des Bois Commercioux, (1972) 171.
139. Merev, N., Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, Trabzon, Cilt I, (1998) 621.

140. Carlquist, S., Ecological Wood Anatomy of The Woody Southern Californian Flora, IAWA Bulletin, 6, 4 (1985) 319-347.
141. Carlquist, S., Comparative Wood Anatomy, Springer Verlag LTD, London, (1998) 436.
142. Baas, P., Werker, E. ve Fahn, A., Some Ecological Trends in Vessel Characters, IAWA Bulletin, 4 (1983) 2-3.
143. TAPPI t m-45, TAPPI Test Methods 1992-1993, TAPPI Press Atlanta, Georgia, U.S., 1992.
144. 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.
145. TAPPI T 204 cm-97, Solvent Extractives of Wood and Pulp, TAPPI Press, 2002.
146. TAPPI T 212 om-98, One Percent Sodium Hydroxide Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Press, 2002.
147. TAPPI T 207 cm-99, Water Solubility of Wood and Pulp, TAPPI Press, 2002.
148. TS EN 323/1, Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1999.
149. EN 322, Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
150. EN 317, Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
151. EN 310, Wood Based Panels, Dtermination of Modulus of Elasticity In Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
152. EN 319, Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1993.
153. Batu, F., Varyans Analizi, KTÜ Orman Fakültesi Dergisi, 1 2 (1978) 234-325.
154. Hanetho, P.L., Jasresbedingtes Qualitatproblem bei Spanplatten durch Rohholzeinsatz, Vortrag der FESYP, 10/11 Marz 1087, München (1987) 129-136.
155. Marutzky, R., Einfluss der Lagerung auf die Verwertbarkeit von Nadelholz als Rohmaterial für zement gebundene Holzspanplatten, Teil 2. Ergebnisse der Lagerungsversuche, Holz-Zentrallblatt, 113 (1986) 1570-1572.

156. Eroğlu, H., Fiberboard Industry, Karadeniz Technical University, No:304, Trabzon-Turkey, 1988.
157. Ntalos, G.A. ve Grigoriou, A.H., Characterization and Utilization of Wine Prunings as a Wood Substitute For Particleboard Production, Industrial Crops and Products, 16 (1) (2002), 59-68.
158. Sun, R. C. ve Tomkinson, J., Essential Guides For Isolation/ Purification of Polysaccharides, Encyclopaedia Sep. Sci. 6 (2000), 4568-4574.
159. Borgin, K. ve Corbett, K. The Hydrophobic Properties of Bark Extractives, Wood Science Technology, 5 3 (1971), 190-199.
160. Foster, W.G., Species Variation in: T. Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particleboard Symposium No: 1 (1967), Pullman, Washington.
161. EN 312-1, Particleboards Specifications Part 1: General Requirements for All Boards Types, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium, 1976.
162. Bariska, M. ve Pizzi, A. The Interaction of Polyflavonoid Tannins with Wood Cell Walls, Holzforschung, 40 5 (1986), 299-302.
163. Borgin, K. ve Corbett, K. The Hydrophobic Properties of Wattle Bark Extractives, Wood Science Technology, 8 2 (1974), 138-147.
164. Marshall, S.W., Ifju, G., and Johnson, J.A. The Role of Extractives in the Hydrophobic Behavior of Loblolly Pine Rhytidome, Wood and Fiber, 5 4 (1974), 353-363.
165. Passilias, C.N., Grigoriou, A.H. ve Voulgaridis, E.V. Utilization of Oleoresin and Bark Extractives From Pinus Halepensis Mill. In Wood Products, Foresterranee 93, International Seminar on Mediterranean Forest Products Technology, Avignon France, 1995.
166. Van Leemput, M., Boye, C. ve 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.
167. Lehman, W.F. Resin Efficiency in Particleboard as Influenced by Denssity, Automization and Resin Content, Forest Products Journal, 20 11 (1970) 48-54.
168. Lehman, W.F., Improved Particleboard Through Better Resin Efficiency, Forest Products Journal, 15 (1965) 155-161.
169. EN 312-2, Particleboards-specifications: requirements for general-purpose boards for use in dry conditions. European Standardization for Committee, Brussels, Belgium 1996.

170. Huş, S., Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 29 2 (1979).
171. EN 312-3, Requirements for boards for interior fitments (including furniture) for use in dry conditions. European Standardization for Committee, Brussels, Belgium, 1996.
172. Volz, K. R., Properties Of The Panels Manufactured From The Bark Of Spruce, Pine and Beech, Holz als Roh-Und Werkstoff, 31 (1973), 221-229.
173. Wisherd, K. D. ve Wilson, B., Bark as a Supplement to Wood Furnish For Particleboard, Forest Products Journal, 29 2 (1979), 35-40.
174. Hall, H. J., Gertjansen, R. O., Schimdt, E. L. ve DeGroot, R. C., Preservative Effect on Mechanical And Thicknees Swelling Properties of Aspen Waferboard, Proc. Durability Of Structural Panels Gen. Tech., 129 (1984).
175. Hofstrand, A. D., Moslemi, A. A. ve Garcia, J. F., Curing Charecteristics Of Particles From Nine Northern Rocky Mountains Species Mixed With Portland Cement, Forest Products Journal , 25 3 (1984), 48-53.
176. Tisler, V., Galla, E. ve Pulkkinen, E., FractionationOf Hot Water Extract From *Picea abies* Bark, Holz als Roh-Und Werkstoff, 44 (1996), 427-431.
177. Philippou, L. J., Zavarin, E., Johns, W.E. ve Nguyen, T., Bonding Of Particleboard Using Hydrogen Peroxide, Lignosulfonates and Furfryl Alcohol: The Effect Of Process Parameters, Forest Products Journal, 32 3 (1982), 27-32.
178. Geimer, R. L., Heebink, B.G. ve Hefty, F.V., Weathering Characteristics Of Particleboard, Forest Service, Research Paper, FPL 212, Madison, WIS (1973).
179. Kajita, H., Mukudai, J. ve Yano, H., Durability Evaluation Of Particleboard by Accelerated Aging Tests, Wood Science and Technology, 25 (1991), 239-249.
180. Sun, B.C.H., Hawke, R.N. ve Gale, M.L., Effect Of Polysocyanete Level On Strength Properties Of Wood Fiber Composite Materials, Forest Products Journal, 44 3 (1994), 34-40.
181. Johnson, E.C., Wood Particlboard Handbook, The Industrial Experimental Program of the Engineering, North Carolina State Collage, Raleigh, N. Carolina, (1956).
182. Maloney, T.M., Resin Distrubition in Layered Particleboard, Forest Products Journal, 20 1 (1970), 43-52.
183. Göker, Y., Kantay, R. ve Kurtoğlu, A., Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Yayın No: 367 (1984).

184. Ramaker, T.J. ve Lehman, W.F., High Performance Structural Flakeboards from Douglas fir and Lodgepole pine Forest Residues, USDA Forest Service, Research Paper, FPL 286, Medison, Wis., (1976).
185. Suchsland, O., Some Performance Characteristic of Interior and Exterior Type Particleboards, Quarterly Bulletin of Michigan Agriculturel Experiment Station, 49 2 (1966), 200-221.
186. Hata, T., Heat Flow in Particle Mat and Properties of Particleboard Under Steam Injection Pressing, Bull. For. And For. Prod. Res. Ins., No: 8, Japan, (1993).



ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara'da tamamladı. 1998 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yüksek öğrenimine başladı. 2002 yılında mezun oldu ve aynı yıl içinde KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği ABD, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. İngilizce bilmektedir.

