

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AVRUPA MELEZİ (*Larix decidua* Mill.) AĞACININ FARKLI GÖVDE  
YÜKSEKLİKLERİNİN YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Selda MUHCU**

**ŞUBAT 2013  
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AVRUPA MELEZİ (*Larix decidua* Mill.) AĞACININ FARKLI GÖVDE  
YÜKSEKLİKLERİNİN YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ  
ÜZERİNE ETKİSİ**

**Orm. End. Müh. Selda MUHCU**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“ORMAN ENDÜSTRİ YÜKSEK MÜHENDİSİ”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 03.01.2013**  
**Tezin Savunma Tarihi : 11.02.2013**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Gökay NEMLİ**  
**İkinci Danışman : Doç. Dr. Nadir AYRILMIŞ**

**Trabzon 2013**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**Selda MUHCU tarafından hazırlanan**

**AVRUPA MELEZİ (*Larix decidua* Mill.) AĞACININ FARKLI GÖVDE**  
**YÜKSEKLİKLERİNİN YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ**  
**ÜZERİNE ETKİSİ**

**Başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 15.01.2013 gün ve 1489 sayılı**  
**kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan : Prof. Dr. Gökay NEMLİ .....**

**Üye : Prof. Dr. Nurgül AY .....**

**Üye : Yrd. Doç. Dr. Derya USTAÖMER .....**

**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

‘Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Ağacının Farklı Gövde Yüksekliklerinin Yongalevhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi’ isimli bu çalışma KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Araştırmanın planlanması ve yürütülmesinde bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım başta danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Gökay NEMLİ ve Doç. Dr. Nadir AYRILMIŞ olmak üzere, Sayın Prof. Dr. Nurgül Ay, Sayın Prof. Dr. Hüseyin KIRCI hocalarıma, tezin oluşturulması sırasında yardımlarını esirgemeyen Öğr. Gör. Mehmet BAHAROĞLU, Arş. Gör. Bünyamin SARI, Orm. End. Yük. Müh. Emrah AKPINAR ve Arş. Gör. Selahattin BARDAK’a teşekkürlerimi bir borç bilirim.

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

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

Selda MUHCU  
Trabzon 2013

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum ‘Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Ağacının Farklı Gövde Yüksekliklerinin Yongalevhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi’ başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanlarım Prof. Dr. Gökay NEMLİ ve Doç. Dr. Nadir AYRILMIŞ’ın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, deneyleri/analizleri ilgili laboratuvarlarda yaptığımı/yaptırdığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun olarak davrandığımı ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Selda MUHCU

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	III
TEZ BEYANNAMESİ.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÖZET .....	XI
SUMMARY .....	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
TABLolar DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş .....	1
1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması .....	2
1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler .....	4
1.3.1. Ağaç Malzeme.....	4
1.3.2. Yıllık bitkiler .....	5
1.3.3. Yapıştırıcılar .....	6
1.3.3.1. Organik Tutkallar .....	6
1.3.3.1.1. Sentetik Yapıştırıcılar .....	7
1.3.3.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı .....	7
1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı.....	9
1.3.3.1.1.3. Resorsin Formaldehit Tutkalı .....	9
1.3.3.1.1.4. Fenol Formaldehit Tutkalı.....	9
1.3.3.1.1.5. Termoplastik Tutkallar .....	10
1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar .....	10
1.3.3.1.2.1. Bitkisel Yapıştırıcılar.....	11
1.3.3.1.2.1.1. Tanen Tutkalı.....	11
1.3.3.1.2.1.2. Lignin Tutkalı.....	12
1.3.3.1.2.1.3. Soya Tutkalı.....	12
1.3.3.1.2.2. Hayvansal Tutkallar.....	12
1.3.3.1.2.2.1. Kazein Tutkalı .....	13

1.3.3.1.2.1.2.	Kan Albümini Tutkalı .....	13
1.3.3.2.	Anorganik Yapıştırıcılar .....	13
1.3.4.	Katkı Maddeleri .....	14
1.3.4.1.	Sertleştirici Maddeler .....	14
1.3.4.2.	Hidrofobik Maddeler .....	14
1.3.4.3.	Koruyucu Maddeler .....	15
1.4.	Yongalevha Üretim Tekniği .....	15
1.5.	Yüzey Özellikleri .....	16
1.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü .....	16
1.5.2.	Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri .....	17
1.5.2.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra) .....	17
1.5.2.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax/Ry) .....	17
1.5.2.3.	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq) .....	18
1.5.2.4.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz) .....	18
1.5.3.	Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri .....	18
1.5.4.	Islanma Olayı ve Temas Açısı .....	18
1.6.	Larix .....	20
1.6.1.	Yayılışı .....	20
1.6.2.	Morfolofik ve Anatomik Özellikleri .....	20
1.6.3.	Kullanım Alanları .....	21
1.6.4.	Türleri .....	21
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	22
2.1.	Deneme Materyali .....	22
2.1.1.	Ağaç Malzeme .....	22
2.1.2.	Tutkal .....	23
2.1.3.	Sertleştirici Madde .....	23
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi .....	23
2.3.	Araştırma Yöntemleri .....	24
2.3.1.	Anatomik Özellikler .....	24
2.3.2.	Fiziksel Özellikler .....	25
2.3.2.1.	Özgül Ağırlık .....	25
2.3.2.2.	Rutubet Miktarı .....	26
2.3.2.3.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı) .....	27

2.3.2.4.	Su Alma Oranı .....	27
2.3.3.	Mekanik Özellikler .....	28
2.3.3.1.	Eğilme Direnci.....	28
2.3.3.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	28
2.3.3.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	29
2.3.4.	Yongaların Kimyasal Analizi .....	29
2.3.4.1.	Soğuk Su Çözünürlüğü.....	30
2.3.4.2.	Sıcak Su Çözünürlüğü .....	30
2.3.4.3.	Alkol-Benzende Çözünürlü .....	30
2.3.4.4.	% 1'lik NaOH' ta Çözünürlük .....	30
2.3.4.5.	Holoselüloz Tayini .....	31
2.3.4.6.	Hemiselüloz Tayini .....	31
2.3.4.7.	Selüloz Tayini.....	32
2.3.4.8.	Lignin Tayini .....	32
2.3.4.9.	pH .....	33
2.3.5.	Yongalevhaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi .....	33
2.3.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü .....	33
2.3.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı) .....	35
2.4.	İstatistiksel Analiz .....	36
3.	<b>BULGULAR</b> .....	37
3.1.	<b>Anatomik Özellikler</b> .....	37
3.1.1.	Lif Uzunluğu .....	37
3.1.2.	Lümen Genişliği .....	38
3.1.3.	Çeper Kalınlığı .....	39
3.2.	<b>Fiziksel Özellikler</b> .....	40
3.2.1.	Özgül Ağırlık.....	40
3.2.2.	Rutubet Miktarı .....	41
3.2.3.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı) .....	41
3.2.4.	Su Alma Oranı .....	42
3.3.	<b>Mekanik Özellikler</b> .....	44
3.3.1.	Eğilme Direnci.....	44
3.3.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	45
3.3.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	46



3.4.	Yongaların Kimyasal Analizi .....	47
3.4.1.	Soğuk Su Çözünürlüğü .....	47
3.4.2.	Sıcak Su Çözünürlüğü .....	49
3.4.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük .....	50
3.4.4.	% 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük .....	51
3.4.5.	Holoseülüz Tayini .....	52
3.4.6.	Hemiselülüz Tayini .....	53
3.4.7.	Selülüz Tayini .....	55
3.4.8.	Lignin Tayini .....	56
3.4.9.	pH .....	57
3.4.9.1.	Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri .....	57
3.4.9.2.	Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri .....	58
3.5.	Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi .....	60
3.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü .....	60
3.5.1.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra) .....	60
3.5.1.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) .....	61
3.5.1.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz) .....	62
3.5.1.4.	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq) .....	63
3.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı) .....	64
4.	TARTIŞMA .....	66
4.1.	Anatomik Özellikler .....	66
4.1.1.	Lif Uzunluğu .....	66
4.1.2.	Lümen Genişliği .....	66
4.1.3.	Çeper Kalınlığı .....	67
4.2.	Fiziksel Özellikler .....	68
4.2.1.	Özgül Ağırlık .....	68
4.2.2.	Rutubet Miktarı .....	68
4.2.3.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı) .....	68
4.2.4.	Su Alma Oranı .....	70
4.3.	Mekanik Özellikler .....	71
4.3.1.	Eğilme Direnci .....	71
4.3.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	73
4.3.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci .....	75

4.4.	Yongaların Kimyasal Analizi .....	76
4.4.1.	Soğuk Su Çözünürlüğü .....	76
4.4.2.	Sıcak Su Çözünürlüğü .....	77
4.4.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük .....	78
4.4.4.	% 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük .....	79
4.4.5.	Holoseülüz Tayini .....	80
4.4.6.	Hemiselülüz Tayini .....	81
4.4.7.	Selülüz Tayini .....	81
4.4.8.	Lignin Tayini .....	82
4.4.9.	pH .....	83
4.4.9.1.	Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri .....	83
4.4.9.2.	Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri .....	84
4.5.	Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi .....	85
4.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü .....	85
4.5.1.1.	Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra) .....	85
4.5.1.2.	En Büyük Pürüzlülük Değeri (Ry) .....	86
4.5.1.3.	On Nokta Pürüzlülüğü (Rz) .....	87
4.5.1.4.	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq) .....	88
4.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı) .....	89
5.	SONUÇLAR .....	91
5.1.	Anatomik Özellikler .....	91
5.1.1.	Lif Uzunluğu .....	91
5.1.2.	Lümen Genişliği .....	91
5.1.3.	Çeper Kalınlığı .....	91
5.2.	Fiziksel Özellikler .....	91
5.2.1.	Özgül Ağırlık .....	91
5.2.2.	Rutubet Miktarı .....	92
5.2.3.	Kalınlık Artışı (Şişme Oranı) .....	92
5.2.4.	Su Alma Oranı .....	92
5.3.	Mekanik Özellikler .....	93
5.3.1.	Eğilme Direnci .....	93
5.3.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	94
5.3.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci .....	94

5.4.	Yongaların Kimyasal Analizi .....	95
5.4.1.	Soğuk Su Çözünürlüğü .....	95
5.4.2.	Sıcak Su Çözünürlüğü .....	96
5.4.3.	Alkol-Benzende Çözünürlük .....	96
5.4.4.	% 1 'lik NaOH' ta Çözünürlük .....	97
5.4.5.	Holoseüloz Tayini .....	97
5.4.6.	Hemiseüloz Tayini .....	98
5.4.7.	Selüloz Tayini .....	98
5.4.8.	Lignin Tayini .....	98
5.4.9.	pH .....	99
5.4.9.1.	Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri .....	99
5.4.9.2.	Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri .....	99
5.5.	Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi .....	100
5.5.1.	Yüzey Pürüzlülüğü .....	100
5.5.2.	Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı) .....	100
6.	ÖNERİLER .....	101
7.	KAYNAKLAR .....	103
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans

ÖZET

AVRUPA MELEZİ (*Larix decidua* Mill.) AĞACININ FARKLI GÖVDE YÜKSEKLİKLERİNİN  
YONGALEVHANIN KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Selda MUHCU

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof. Dr. Gökay NEMLİ  
2013, 109 Sayfa

Bu çalışmada Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacının farklı gövde yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Bu doğrultuda Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacının 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliklerinden yongalar elde edilmiştir. Gövde yüksekliğinin artmasıyla lif uzunluklarında ve çeper kalınlıklarında azalma, lümen genişliklerinde artma gözlenmiştir. Bununla birlikte selüloz, lignin ve holoselüloz miktarları azalırken, hemiselüloz miktarının arttığı tespit edilmiştir. Yine gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak %1'lik NaOH çözünürlüğünün, sıcak su çözünürlüğünün, soğuk su ile alkol-benzen çözünürlüğünün azaldığı ve pH değerinin düştüğü görülmüştür. Levhaların mekanik, fiziksel ve yüzey özelliklerinin belirlenmesinde önemli rolü olan oduna ait bu anatomik ve kimyasal özelliklerin gövde yüksekliğinin artışına bağlı olarak değişimi yongalevhaların mekanik fiziksel ve yüzey özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. Gövde yüksekliğindeki artış ile rutubet ve özgül ağırlık değerlerinde belirgin bir değişim olmazken kalınlığına şişme ve su alma oranında artış olduğu ve eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ile yüzeye dik çekme direnci değerlerinin düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca gövde yüksekliğinin artması ile temas açısı değerlerinin ve yüzey pürüzlülüğünün yükseldiği görülmüştür. En iyi fiziksel (kalınlık artışı oranı, su alma oranı), mekanik (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci) yüzey (yüzey pürüzlülüğü ve temas açısı) özellikleri 0-3m gövde yüksekliğinden alınan yongalardan üretilen yongalevhalarda elde edilmiştir. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların genel kullanım, iç mekan uygulamalarında, kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak ve nemli şartlarda yük taşıyıcı olmadan kullanım için öngörülen şartları taşıdığı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Yongalevha, Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.), Kimyasal Özellikler, Anatomik Özellikler, Fiziksel Özellikler, Mekanik Özellikler, Yüzey Pürüzlülüğü, Islanabilme Yeteneği

Master Thesis

SUMMARY

THE EFFECTIVES OF DIFFERENT BODY HEIGHT OF EUROPEAN LARCH (*Larix decidua* Mill.) ON QUALITY FEATURE OF PARTICLEBOARD

Selda MUHCU

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industry Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Gökay NEMLİ  
2013, 109 Pages,

In this study, the differences among the physical, mechanical and surface properties of particleboard produced with particles produced from the different body heights of European larch (*Larix decidua* Mill.) were investigated. Accordingly, the particles were produced from the 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m and 12-15m body height of European larch (*Larix decidua* Mill.). As the body height increases, a decrease in the fiber length and wall thickness and an increase lumen width were observed. However; increasing amount of hemicellulose was determined while amount of cellulose, lignin and holocellulose decreased. Also, with an increase in body height, decreasing of 1%NaOH solubilities, hot water solubilities, cold water solubilities and alcol-benzen solubilities, decreasing of pH were seen. Chancing of anatomic and chemical properties which have important role in determining of particleboards' mechanical, physical and surface properties of wood depend on an increase in body height affected negatively to mechanical, physical and surface properties. While values of density and moisture amount don't change, an increase in rate of water absorption and rate of increase in welling and a decrease in values of modulus of rupture, modulus of elasticity and internal bond strength were determined. Also, increasing of contact angle and surface roughness was seen with increase in body height. The best physical (rate of water intake, rate of increase in thickness), mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, internal bond strength) and surface properties were determined the particleboards which produced from particles obtained from 0-3m body height. The particleboards which produced from particles produced from 0-3m and 3-6m body height were determined to provide the perceived conditions for general usage, indoor applications, as charge carrier on dry air and as not charge carrier on wet air usage.

**Key Words:** Particleboard, European larch (*Larix decidua* Mill.), Chemical Properties, Anatomical Properties, Physical Properties, Mechanical Properties, Surface Roughness, Wettability Ability

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Ölçüme hazırlanmış liflerin mikroskop ile görünümü.....	25
Şekil 2. Yüzey pürüzlülüğü ölçüm cihazı .....	34
Şekil 3. Yüzey pürüzlülüğü tarama dedektörü .....	34
Şekil 4. Islanabilme yeteneği (Temas Açısı) ölçüm düzeneği .....	35
Şekil 5. Temas açısı ölçümü.....	36
Şekil 6. Gövde yüksekliğinin lif uzunluğu üzerine etkisi .....	66
Şekil 7. Gövde yüksekliğinin lümen genişliği üzerine etkisi .....	67
Şekil 8. Gövde yüksekliğinin çeper kalınlığı üzerine etkisi.....	67
Şekil 9. Gövde yüksekliğinin kalınlık artışı üzerine etkisi.....	69
Şekil 10. Gövde yüksekliğinin su alma oranı üzerine etkisi .....	70
Şekil 11. Gövde yüksekliğinin eğilme direnci üzerine etkisi .....	72
Şekil 12. Gövde yüksekliğinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi .....	73
Şekil 13. Gövde yüksekliğinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.....	75
Şekil 14. Gövde yüksekliğinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi.....	77
Şekil 15. Gövde yüksekliğinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi .....	78
Şekil 16. Gövde yüksekliğinin alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi .....	79
Şekil 17. Gövde yüksekliğinin %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi .....	79
Şekil 18. Gövde yüksekliğinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi.....	80
Şekil 19. Gövde yüksekliğinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi.....	81
Şekil 20. Gövde yüksekliğinin selüloz miktarı üzerine etkisi .....	82
Şekil 21. Gövde yüksekliğinin lignin miktarı üzerine etkisi.....	82
Şekil 22. Gövde yüksekliğinin tutkallanmış yongalara ait pH değeri üzerine etkisi .....	83
Şekil 23. Gövde yüksekliğinin tutkallanmamış yongalara ait pH değeri üzerine etkisi ...	84
Şekil 24. Gövde yüksekliğinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisi .....	86
Şekil 25. Gövde yüksekliğinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisi.....	87
Şekil 26. Gövde yüksekliğinin on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine etkisi.....	88
Şekil 27. Gövde yüksekliğinin profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine etkisi .....	89
Şekil 28. Gövde yüksekliğinin temas açısı değeri üzerine etkisi .....	90

## TABLULAR DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Deneme levhası tipleri .....	22
Tablo 2. Yonga tiplerine ait ortalama lif uzunluğu değerleri ( $\mu\text{m}$ ) .....	37
Tablo 3. Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları .....	37
Tablo 4. Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	38
Tablo 5. Yonga tiplerine ait ortalama lümen genişliği değerleri .....	38
Tablo 6. Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları .....	38
Tablo 7. Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	39
Tablo 8. Yonga tiplerine ait ortalama çeper kalınlığı değerleri .....	39
Tablo 9. Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları .....	40
Tablo 10. Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	40
Tablo 11. Deneme levhaların ortalama özgül ağırlık değerleri .....	41
Tablo 12. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri.....	41
Tablo 13. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı değerleri .....	41
Tablo 14. Kalınlık artışı oranı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine çoğul varyans analizi sonuçları .....	42
Tablo 15. Kalınlık artışı oranı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	42
Tablo 16. Deneme levhalarının ortalama su alma oranları .....	43
Tablo 17. Su alma oranı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine çoğul varyans analizi sonuçları .....	43
Tablo 18. Su alma oranı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	44
Tablo 19. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri.....	44
Tablo 20. Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	44
Tablo 21. Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	45

Tablo 22. Deneme levhalarının eğilme elastikiyet modülü direnci değerleri.....	45
Tablo 23. Eğilme elastikiyet modülü direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	46
Tablo 24. Eğilme elastikiyet modülü direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	46
Tablo 25. Deneme levhalarının yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	46
Tablo 26. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	47
Tablo 27. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	47
Tablo 28. Yonga tiplerine ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri .....	48
Tablo 29. Soğuk su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	48
Tablo 30. Soğuk su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	48
Tablo 31. Yonga tiplerine ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri .....	49
Tablo 32. Sıcak su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	49
Tablo 33. Sıcak su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	50
Tablo 34. Yonga tiplerine ait ortalama alkol-benzen çözünürlüğü değerleri .....	50
Tablo 35. Alkol-benzen çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	50
Tablo 36. Alkol-benzen çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	51
Tablo 37. Yonga tiplerine ait ortalama %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri.....	51
Tablo 38. %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	52
Tablo 39. %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	52
Tablo 40. Yonga tiplerine ait ortalama holoselüloz miktarları .....	52
Tablo 41. Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	53
Tablo 42. Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	53
Tablo 43. Yonga tiplerine ait ortalama hemiselüloz miktarları .....	54
Tablo 44. Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	54



Tablo 45. Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	54
Tablo 46. Yonga tiplerine ait ortalama selüloz miktarları .....	55
Tablo 47. Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	55
Tablo 48. Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	56
Tablo 49. Yonga tiplerine ait ortalama lignin miktarları .....	56
Tablo 50. Lignin miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	56
Tablo 51. Lignin miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	57
Tablo 52. Tutkallanmış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri .....	57
Tablo 53. Tutkallanmış yonga tiplerine ait ortalama pH değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	58
Tablo 54. Tutkallanmış yonga tiplerine ait ortalama pH değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	58
Tablo 55. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri .....	58
Tablo 56. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait ortalama pH değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	59
Tablo 57. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait ortalama pH değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	59
Tablo 58. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri .....	60
Tablo 59. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	60
Tablo 60. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	61
Tablo 61. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri .....	61
Tablo 62. En büyük pürüzlülük değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	61
Tablo 63. En büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	62
Tablo 64. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri .....	62
Tablo 65. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	62
Tablo 66. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	63
Tablo 67. Deneme levhalarının profil sapmasının ortalama karekökü değerleri .....	63

Tablo 68. Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine farklı gövde yüksekliklerinin etkisine basit varyans analizi sonuçları .....	64
Tablo 69. Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	64
Tablo 70. Deneme levhalarının ortalama temas açısı değerleri .....	64
Tablo 71. Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları .....	65
Tablo 72. Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları .....	65

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

Ağaç malzeme tarih boyunca insanların ihtiyaçlarına göre şekil değiştirmiş ve çeşitli kullanım yerleri için işlenmiştir. Ağaç malzemenin bu gelişim sürecinde masif ağaç kullanımının yanında çeşitli işlemlerden geçirilip elde edilen ağaç kökenli malzemeler, tüketimde büyük ölçüde yer sahibi olmuştur.

Ağaç malzeme 19.yy'da teknolojinin gelişimi ile birlikte soyma ve kesme şeklinde işlenmeye başlanmıştır. Böylece masif ağaç malzemeye alternatif yeni malzeme elde edilme sürecinin başlangıcı oluşmuştur. Ağaç kökenli malzeme, sanayinin başlangıç ve gelişim süreci de teknolojinin gelişimiyle yön bulmuştur. Kapı, pencere, mobilya ve ahşap ev yapımında seri üretime geçilmesi ise orman ürünlerinin en önemlileri olan masif ağaç ve kontratblaların büyük miktarlarda tüketilmesine neden olarak orman varlığını tehdit eder hale gelmiştir. Bu durum tomrukların biçilmesiyle ortaya çıkan talaş, kapak tahtaları ve kereste kullanımı için uygun olmayan budaklı, çatlak ağaçların kullanılabilme olanaklarının araştırılmasına yönelmiştir. Gelişen teknoloji ile özellikleri kullanım yeri isteklerine göre daha üstün levha üretim sürecini başlatmıştır.

Masif ağaç malzeme ve kontratblaya göre alternatif olarak üretilen yongalevha, odun veya odunlaşmış diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların çeşitli tutkallar ile belirli bir basınç ve sıcaklık altında yapıştırılması sonunda elde edilen levhalar olarak yerini almıştır.

Yongalevha endüstrisi, günümüz üretim teknolojisi ve ekipmanlardaki gelişmelere paralel olarak yeryüzünde yaygın olarak bulunan yenilenebilir kaynakların endüstriyel değerlerinin arttırılmasını sağlamıştır. Yapılan çalışmalarda; lignoselüloz içeren maddelerin hücre çeperinin biyolojik, fiziksel ve mekanik özellikleri şekil olarak hangi formda olursa olsun değişiklik göstermediği belirlenmiştir. Bu nedenle, odunun yanı sıra lignoselülozik bitkiler, orman artıkları, levha üretiminde kullanılacak boyutta yonga sağlayacak atölye atıkları günümüzde yongalevha üretiminde hammadde olarak kullanılmasının önünü açmıştır.

Yongalevha; okal tip, kalıplanmış, çimentolu ve yönlendirilmiş yongalevhalar gibi farklı tiplerde üretilmektedir. Birçok kullanım alanı için gerekli fiziksel ve mekanik

özellikleri taşıyan yongalevhalar; istenilen ebatlarda ve kalınlıkta üretilebilen, düzgün yüzeyli, çivi vida ve tutkal yardımıyla diğer malzemelerle birleştirilebilen panellerdir. Ayrıca, koruyucu maddelerle mantar ve böceklerle karşı dayanıklılık, hidrofobik maddelerle su iticilik, yanmayı geciktirici maddelerle yanmaya karşı dayanıklılık gibi özellikler kazanabilen bir ürün olarak piyasa talebi giderek artmaktadır. Yongalevha üretiminde odun atıkları ve yıllık bitkiler gibi lignoselülozik ve lignoselülozik olmayan materyallerin hammadde olarak kullanılabilmesi yongalevhaların ikame ürünlere göre fiyat avantajı sağlaması ve günümüz ekolojik gereksinimlerine cevap verebilmesi yongalevhaların kullanımını arttırmaktadır.

Bu çalışmada; Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacının farklı gövde yüksekliklerinden elde edilen yongalardan üretilen yongalevhaların fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri arasındaki farklılıkları incelenmiştir.

## 1.2. Yongalevhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

Yonga levhalar çeşitli kaynaklarda farklı tanımlarla yer almaktadır. EN 309 (1992) standardında yonga levha, odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongaların bir tutkal ilavesi veya tutkal ilavesi olmaksızın yüksek sıcaklık ve basınç altında yapılandırılması ve biçimlendirilmesi sonucu oluşan levha şeklindeki malzeme olarak tanımlanmaktadır. BS 1811 (1969) standardında ise yonga levha odun veya diğer lignoselülozik lifli materyal parçacıklarından bir tutkal ilavesi veya tutkal kullanılmadan yüksek basınç altında üretilen levha şeklindeki geniş yüzeyli malzemeler olarak tanımlanmaktadır.

Standartlarla tanımlanan yongalevhalar özgül ağırlıklarına, presleme tekniklerine, tabaka sayılarına, kullanılan bağlayıcı madde türüne, yüzey kaplama malzemesine, pres türüne ve yonga boyutlarına göre farklı şekillerde sınıflandırılmaktadırlar.

### 1. Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar

Özgül ağırlıklarına göre yongalevhalar Bozkurt ve Göker'e (1990) göre aşağıdaki şekilde 3 sınıfta toplanmıştır;

- a. Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar:  $0,590 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha düşük özgül ağırlığa sahip yongalevhalar.
- b. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar:  $0,590 - 0,800 \text{ g/cm}^3$  arasında özgül ağırlığa sahip yongalevhalar.

c. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar:  $0,800 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha yüksek özgül ağırlığa sahip yongalevhalar.

2. Presleme tekniklerine göre yongalevhalar

Presleme tekniklerine göre yongalevhalar Bozkurt ve Göker'e (1990) göre aşağıdaki şekilde 2 sınıfta toplanmıştır;

a. Dik yongalı levhalar: Basınç, presleme esnasında levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır.

b. Yatay yongalı levhalar: Basınç, presleme esnasında levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

3. Tabaka sayılarına göre yongalevhalar

Tabaka sayılarına göre yongalevhalar Kalaycıoğlu ve Özen'e (2009) göre aşağıdaki şekilde 3 sınıfta toplanmıştır;

a. Tek tabakalı yongalevhalar (homojen yonga levhalar)

b. Üç tabakalı yongalevhalar

c. Çok tabakalı yongalevhalar

4. Kullanılan bağlayıcı türüne göre yongalevhalar

Kullanılan bağlayıcı madde türüne göre yongalevhalar Bozkurt'a (1982) göre aşağıdaki şekilde 2 sınıfta toplanmıştır;

a. Sentetik tutkal ile üretilen yongalevhalar: Yapıştırıcı olarak üre, melamin, fenol, resorsin formaldehit ve izosiyanat tutkalların kullanıldığı levhalardır.

b. Anorganik yapıştırıcı ile üretilen yongalevhalar: Hammadde olarak çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddelerin ( $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  gibi) kullanıldığı levhalardır.

5. Yüzey kaplama malzemesine göre yongalevhalar

Yüzey kaplama malzemesine göre yongalevhalar Nemli' ye (2000) göre aşağıdaki şekilde 2 sınıfta toplanmıştır;

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar

TS EN 312 (2005) standardında yongalevhalar yedi gruba ayrılmaktadır;

1. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar,

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

3. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar,

4. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar,
5. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar,
6. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar,
7. P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

### **1.3. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler**

Odun kökenli levha ürünleri içerisinde yongalevha; üretiminde kullanılabilecek hammadde sayısının fazlalığı ve üretim koşullarındaki değişikliklerle özelliklerinin değiştirilebilmesi nedeniyle, en çok üretilen malzemeler arasında yer almaktadır (Öztürk, 2005).

#### **1.3.1. Ağaç Malzeme**

Yongalevha üretiminde, genellikle bakım ve aralama kesimleri ve ağaçların budanması sonunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları ve ağaç endüstrisinin artıkları kullanılmaktadır. TS 1351 (1973)'e göre boyu 0,5-2,0m, kalın uç çapı en çok 20cm ve ince uç çapı en az 4,0cm olan yarım odun ile kalınlığı 20cm'den küçük artık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2mm olan testere talaşı, yonga levha ve lif odunu olarak kullanılabilir. Yongalevha üretiminde kullanılan lif ve yonga odununda budak çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilirken odun çürüklük içermemelidir (Akbulut, 1995).

Bardak'a (2010) göre; yongalevhaların üretiminde kusurlu tomruk kullanımının fiziksel özelliklerden özgül ağırlık ve rutubet miktarı üzerinde etkili olmamaktadır. Fakat kalınlık artımı değerlerini etkilediği görülmüştür. İkiz öz kusuru bulunan tomruklarla üretilen yongalevhalar en düşük değerlere sahipken, reaksiyon odunu kusuru bulunan tomruklardan üretilen levhaların en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir.

Yongalevha ağırlığının yaklaşık %90'ını odun hammaddesi oluşturduğu için ağaç türünün yoğunluğu, pH değeri, lif yapısı, yongalama sırasındaki rutubet değeri, ekstraktif madde miktarı gibi sahip olduğu özellikler yongalevhanın niteliklerini etkilemektedir (Akbulut, 1995). Dış tabakada kullanılan ağaç türü eğilme ve elastikiyet modülü üzerinde

önemli etkiler göstermektedir. Örneğin; kavak odunu yongalevha üretiminde kullanılan diğer ağaç türlerine göre daha düşüktür. (Nemli, Demirel ve Zekoviç, 2006)

Yongalevha üretiminde genel bir kural olarak; özgül ağırlığı düşük olan ağaç türleri tercih edilmektedir. Orta özgül ağırlıktaki türler kolaylıkla ve ucuz fiyata bulunabiliyorsa kullanılmaktadır. Çok yüksek özgül ağırlıktaki türlerden üretilen levhalar hem çok ağır olacağı için hem de taşıma ve üretim maliyetleri fazla olacağından dolayı bu türlerden kaçınılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992).

Son yıllarda özellikle yongalevha ve lif levha üretimi için hammadde alternatifleri arasında çevreye olan katkısı göz önüne alınarak odun ve odundan üretilen kullanılmış malzemelerin geri kazanılması çalışmaları yapılmaktadır (Demirkır ve Çolak, 2006). Fakat odundan üretilmiş malzemelerin yongalevha üretiminde çeşitli sorunlarla karşılaşabilmektedir.

Odunun özellikleri türlerine göre, aynı türe ait farklı ağaçlara göre ve aynı ağacın farklı kısımlarına değişiklik göstermesine rağmen yongalevha üretiminde üretim prosesinde işlemlere müdahale edilerek malzemenin özellikleri değiştirilebilir (Güller, 2001). Örneğin Baharoğlu'na (2010) göre yongalevha üretim aşamasında önce parafin sonra tutkal uygulanarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik direnç değerleri, önce tutkal sonra parafin uygulanarak üretilen levhalardan daha yüksek olmasına neden olmaktadır.

Yapılan çalışmalarda yongalevha endüstrisinde hammadde olarak Guru ve arkadaşları (2009) fındık kabuğunun, Ayrılmış ve arkadaşları (2009) fıstık çamı kozalağının, Hashim ve arkadaşları (2011) palmye kabuğu, yaprakları ve gövdesinin standartlara uygun yongalevha üretimi için kullanılabileceğini tespit etmişlerdir (Atar, 2012).

Farklı kullanım alanlarına yönelik olarak üretimi yapılacak yongalevhalar için farklı ağaç türleri hammadde olarak kullanılabilir. Örneğin tropik hızlı büyüyen tür ağaçlardan yapılan yongalevhaların sesi yüksek ve düşük frekanslı inşaat mimarisinde kullanılabilir (Karlınasari vd, 2012).

### **1.3.2. Yıllık Bitkiler**

Endüstriyel alanda odun hammaddesine duyulan ihtiyacın hızla artmasına karşılık, yeterli kalitede ve miktarda bu ihtiyacın karşılanamaması ve buna bağlı olarak odun

hammaddesinin fiyatının artması yongalevha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkanlarının araştırılmasına sebep olmuştur.

Yapılan araştırmalara göre çok sayıda yıllık bitkinin kullanılması mümkündür. Ancak yeterli miktarda bulunamaması, homojen olmaması, depolama, toplama, taşıma ve hazırlama maliyetinin yüksek olması ile zararlılara karşı dayanıklılığının düşük olması nedeniyle yıllık bitki kullanım oranı sınırlıdır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Tabarsa ve arkadaşları (2011) tarafından yapılan bir çalışmada lifli bir hammadde olan şeker kamışı küspesi (posası) yongalevha üretiminde kullanılmıştır. Elde edilen bulgular kavak ve karışık yapraklı ağaçlardan elde edilen örnekler ile karşılaştırılmış ve şeker kamışı posasından elde edilen levhaların daha yüksek mekanik ve fiziksel özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca; kavak ağacı ve karışık yapraklı ağaçlardan üretilen panellere göre daha düşük yüzey pürüzlülüğüne sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Tabarsa vd, 2011).

Ayrıca biber sapsarı ile bir çalışmada da biber sapsarından üretilen yongalevhaların mekanik ve fiziksel özelliklerinin yongalevha standartlarına uygun olduğu ve hammadde olarak kullanılabilceği tespit edilmiştir (Oh ve Yoo, 2011).

### **1.3.3. Yapıştırıcılar**

Odun esaslı levha üretiminde yapıştırıcılar büyük bir öneme sahiptir. Yapışma kalitesi ile birlikte odun esaslı levhaların niteliği değişmektedir. Odun esaslı levhaların niteliğini yapıştırıcının türü ve kalitesi belirlemektedir. Bu nedenle yapıştırıcıların kalitesinin geliştirilmesi, odun esaslı levhaların niteliğinin gelişmesini sağlar (Dunky, 2003).

#### **1.3.3.1. Organik Yapıştırıcılar**

Organik yapıştırıcılar kendi aralarında ‘Sentetik Yapıştırıcılar’ ve ‘Doğal Yapıştırıcılar’ olmak üzere ikiye ayrılmaktadırlar.

Sentetik reçineler fiziksel özellikleri bakımından doğal reçinelere benzer yapay polimerlerdir. Orman ürünleri endüstrisinde sentetik reçine kullanımı 1930’lu yıllarda



başlamış olup özellikle II. Dünya savaşından sonra yaygınlaşmıştır. Bugün ise sentetik reçinelerin kullanımı giderek artmaktadır (Aydın, 2003).

Doğal yapıştırıcılar ise düşük zehirlilik, biyolojik bozunabilirlik, elde edilebilirlik ve alternatiflerine oranla üretim metotlarının daha etkili olması ve düşük maliyet gerektirmesi özelliklerine sahip olmasına rağmen kullanımı sentetik reçinelerin kullanımındaki gibi bir artış olmamıştır. Doğal yapıştırıcıların endüstride kullanımı uzun yıllar araştırılmış fakat henüz yaygın bir şekilde kullanımı gerçekleştirilememiştir (Dunky, 2003).

### **1.3.3.1.1. Sentetik Yapıştırıcılar**

Odun esaslı panel üretiminde çeşitli sentetik reçineler kullanılmaktadır. Yapısında formaldehit bulunduran yapıştırıcılar bunlardan en yaygın olarak kullanılanıdır. Sentetik reçineler, üre, melamin, fenol, resorsinol veya bunların kombinasyonu sonucu oluşan kimyasalların formaldehit ile reaksiyona girmesi sonucu elde edilir. Bu yapıştırıcılar genellikle akıcıdır ve dispersiyon veya sulu çözeltilerde dallanmış veya doğrusal polimer oligomerler olarak bulunurlar. Sertleşme ve jelleşme esnasında üç boyutlu çapraz bağlanma oluşturdıklarından dolayı erimez ve çözülmezler (Dunky, 2003).

#### **1.3.3.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı**

Üre ve formaldehitin tepkimeye girmesiyle elde edilen yapıştırıcıya üre formaldehit reçinesi denir. Farklı hazırlama ve tepkime koşulları sayesinde neredeyse sayısız türde Üre formaldehit reçinesi oluşturulabilir. Üre Formaldehit reçinesi termosetting özellikte olup aminoplastik yapıştırıcıların en önemli grubunu oluşturur (Dunky, 1998)

Üre formaldehit tutkalı ürenin formaldehit ile yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür ve sıvı ile toz şekillerde elde edilebilmektedir. Üre, basınç ve katalizör altında amonyak ve karbondioksitten oluşmaktadır. Formaldehit ise; buhar şeklindeki metanolün havanın oksijeni ile oksite edilmesinden oluşur. Elde edilen üre ve formaldehitin kademeli bir şekilde kondense olmasıyla üre formaldehit tutkalı oluşurken kondenzasyon henüz suda çözülebilir duruma geldiğinde reaksiyon hafif asitik olan çözeltilinin soğutulması ve nötrleştirilmesi ile durdurulmaktadır. Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı seyri, çeşitli kondenzasyon kademelerinde bulunan pH değeri, üre formaldehit arasındaki mol

oranın yanında kondenzasyon sırasında çeşitli bileşiklerin konsantrasyonu, kondenzasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenmektedir. Kondenzasyon yapıştırma işleminde sertleştiriciler ve ısı aracılığı ile yeniden başlatılmaktadır (Güler, 1996).

Üre formaldehit reçinesi avantajlarıyla yongalevha ve lif levha gibi odun esaslı levha üretiminde tercih edilmektedir (Park vd., 2006, Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Üre formaldehit reçinesinin avantajları aşağıdaki şekildedir (Dunky, 1998; Nemli ve Aydın, 2003; Pizzi, 2003; Goncalves vd., 2008):

- Adhezyon özelliği oldukça iyidir,
- Çok çeşitli sertleşme koşulları ile uyumludur,
- Sulu çözelti olarak ayarlanabilir,
- Diğer yapıştırıcılar ile uyumlu olarak kullanılabilir,
- Reaktifliği yüksektir,
- Tamamen sertleşebilmektedir. Sertleşmiş haldeki rengi de şeffaftır,
- Yanıcı değil ve ısıl özellikleri iyidir,
- Kokusuzdur,
- Maliyeti diğer yapıştırıcılara göre düşüktür.

Üre formaldehit tutkalının tüm bu avantajlarının yanında su ve rutubete karşı dayanımının düşük olması sakınca oluşturmaktadır. Üre formaldehit reçinesindeki aminometilen bağların tersinir özellikte olmasından dolayı su ve rutubete karşı dayanımı düşüktür. Özellikle yüksek sıcaklıklardaki su ve rutubete maruz kaldığında bu aminometilen bağlar hidrolize olurlar. Bu durum kullanım süresince ve sertleşme esnasında formaldehit emisyonunun ortaya çıkmasına sebebiyet verir. Bu nedenle rutubetin az olduğu uygulama yerlerinde tercih edilir (Dunky, 1998; Pizzi 2003).

Üre formaldehit tutkalının özelliklerinde molekül ağırlığının kontrolü önemli bir yere sahiptir. Molekül ağırlığı arttıkça tutkalın özellikleri de değişmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalının üretiminde kondenzasyon reaksiyonu tarafından oluşturulan molekül ağırlığı kontrol edilmelidir. Molekül ağırlığı birkaç bine kadar değişebilmekte olup bu moleküller komşu moleküllerin reaktif grupları arasında suyun uzaklaşmasıyla oluşturulur. Böylece molekül ağırlığı artırılmış olunur (Eroğlu ve Usta, 2000).

### **1.3.3.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı**

Melamin formaldehit tutkalı açık ve yarı açık alanlardaki uygulama yerleri olan odun panellerin ve düşük veya yüksek basınçlı kağıt laminatların ve overlayin yapıştırılması ve hazırlanmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Pizzi, 1994)

Melamin formaldehit reçinesinin Üre formaldehitten ayıran önemli avantajı suya karşı dayanıklı olmasıdır. Melamin formaldehit reçinesi pahalı olduğu için genellikle üre formaldehit karıştırılarak melamin-üre-formaldehit reçinesi elde edilmektedir. Fakat oluşturulan melamin-üre-formaldehit reçinesinin içerisindeki üre bileşeninden dolayı suya karşı direnci daha azdır. Melamin-üre-formaldehit reçinesinin kullanıldığı yongalevhaların rutubete karşı direncini arttırmak için reçinenin üretim aşamasında yaklaşık %5-15 oranında fenol veya resorsin ilave edilebilir. Bunların dışında hazırlanmış reçineye kan albümini de ilave edilebilmektedir (Çolakoğlu vd., 2002).

### **1.3.3.1.1.3. Resorsin Formaldehit Tutkalı**

Resorsin formaldehit tutkalı her türlü iklim koşullarına dayanabilmekte olan etkili bir yapıştırıcıdır. Asitlere, zayıf alkalilere ve kaynar suya karşı dayanıklıdır. Söz konusu bu avantajlarının yanında maliyetinin yüksek olması nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Ayrıca kondenzasyon reaksiyonun tam olarak tamamlanması 1 hafta sürdüğünden levha endüstrisinde yaygın olarak kullanılmamaktadır. Özel amaçlar için saf olarak kullanılmaktadır. Özellikle inşaat sektöründe, uçak ve gemi inşaatında ağaç konstrüksiyonların yapıştırılmasında kullanılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

### **1.3.3.1.1.4. Fenol Formaldehit Tutkalı**

Fenol ve formaldehitin asit veya alkali bir katalizör yardımıyla tepkimeye sokulmasıyla fenol formaldehit tutkalı elde edilir. Kullanılan katalizörün türü ve tepkimeye giren maddelerin mol oranlarına göre 'novalak' ve 'resol' olmak üzere fenol formaldehit reçineleri 2 gruba ayrılırlar (Aydın, 2003).

Novalak tutkalı formaldehit ve fenolin asidik koşullarda tepkimesinden elde edilir. Katalizör olarak oksalik, hidrolik, fosforik, tolüen sülfonik ve sülfürik asitler

kullanılmaktadır. Bu tür reçineler sertleştirici yardımıyla sertleşirler. Reaksiyonun tamamlanabilmesi için novalak reçinesine formaldehit eklenir. Bu tutkal türündeki asidik katalizör ağaç malzemeye zarar vermektedir. Bu nedenle ağaç ileri endüstrisinde bu tutkal türü kullanılmamaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009).

Resol adlı formaldehit reçinesi alkali koşullarda üretilmektedir. Resol reçinesinin üretiminde NaOH gibi alkali bir katalizör sisteme ilave edildikten sonra sıcaklık 80-100°C arasında ayarlanır. Reaksiyon sıcaklığına bağlı olarak reaksiyon süresi, pH, fenol/formaldehit mol oranı, reaksiyonu geciktirici alkol gibi maddelerin olup olmaması değişmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Fenolik reçinelerin moleköl ağırlıkları oldukça yüksek olup fenol formaldehit tutkalı dayanıklı, sert, suya karşı dirençli ve yongalar arasında kuvvetli yapışma sağlamaktadır. Sıvı haldeki fenolik reçineler oduna nüfuz ederek hücre çeperini şişirmektedir. Bu nedenle sıcaklık ile sertleşince odun dirençli olmakta ve odunda mükemmel bir boyutsal stabilite sağlamaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

#### **1.3.3.1.1.5. Termoplastik Tutkallar**

Isıtılarak yumuşayabilen ve soğutulduklarında sertleşebilen yapıştırıcılara termoplastik yapıştırıcılar denir. Bu tür yapıştırıcılar soğuk olarak uygulanabilir, hızlı şekilde sertleşebilir, yüzeylere kolaylıkla uygulanabilir, yanmaz ve kokusuz özellikte, işlenme sırasında aletlere zarar vermeyen ve ağaç malzemedeki lekelenmeye neden olmamaktadır. Fakat 70°C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi, bu tür yapıştırıcıların kullanımını sınırlandırmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

#### **1.3.3.1.2. Doğal Yapıştırıcılar**

Doğal yapıştırıcılar; Bitkisel yapıştırıcılar ve hayvansal yapıştırıcılar olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

### 1.3.3.1.2.1. Bitkisel Yapıştırıcılar

#### 1.3.3.1.2.1.1. Tanen Tutkalı

Tanenli tutkallarının yonga levha vb. odun kökenli levha ürünlerinin üretiminde kullanımı son yıllarda endüstriyel olarak artan bir ilgi görmektedir. Geçmişte tanen formaldehit tutkalları hakkında yapılan araştırmalarda ekonomik beklentiler önemliyken, bugün odunun yapıştırılmasında hem ekonomik hem de ekolojik faktörler dikkate alınmaktadır (Çolak, 2003).

Bütün bitki tanenleri basit fenollerden kondanse flavanoidlere kadar fenolik bileşiklerden meydana gelmekte olup; hidrolize edilebilen tanenler ve hidrolize edilemeyen veya kondanse tanenler olmak üzere ikiye ayrılırlar (Balaban, 2003).

Su, alkol ve asetonda çözülebilen ve proteinle pıhtılaşabilen bitki kökenli polihidroksifenoller olan tanenler; ekstraksiyon yoluyla odun, yaprak, meyve ve kabuktan elde edilmektedir. Tanen, kendi başına yapıştırıcı olarak kullanılabilirdiği gibi aminoplastik ve fenolik reçinelerle birlikte de kullanılabilir (Dunky, 2003).

Yenilenebilir bir hammadde kaynağı olarak çam taneni; yüksek kalite özelliklerine sahip ve formaldehit emisyonu düşük yonga levha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Valenzuela vd., 2012).

En önemli tanen kaynakları olarak ise mimoza ve qebrako belirlenmiştir. Bunların yanında tsuga, ladin ve P.radiata, P.patula, P.elliotti gibi çam türlerinin kabukları da tanen üretiminde kullanılabilir. Elde edilen tanenlerden üretilen tutkalların dış ortamda kullanılabilmesi için ise fenol formaldehit, resorsion formaldehit veya diizosiyanat gibi tutkallarla desteklenmesine ihtiyaç duyulmaktadır (Fidan vd., 2010).

Tanen esaslı tutkalların dış cephede ve neme duyarlı yerlerde kullanılacak yongalevhaların üretiminde yaygın olarak kullanılan fenol formaldehit tutkalı yerine lignoselülozik zirai ve orman atıklarının fenol ile sıvılaştırılıp formaldehit ile reaksiyona sokulduktan sonra kullanılabilir. Tanen esaslı tutkallar Yeni Zelanda, Avustralya ve Güney Afrika gibi tanen içeren akasya ağacının çok olduğu ülkelerdeki orman ürünleri endüstrisinde ticari amaçlı kullanılmaktadır (Fidan vd., 2010).

### **1.3.3.1.2.1.2. Lignin Tutkalı**

Bitki fibrillerini bir arada tutan fenolik bir yapıştırıcı olan lignin, fenilproan ünitelerinden oluşmaktadır (Pizzi, 1994; Dunky, 2003; Hafizoğlu ve Deniz, 2010).

Lignin çekirdeğindeki serbest pozisyon sayısının az ve reaktifliği fenol formaldehit reçinesine oranla daha düşüktür. Bu nedenlerden dolayı, lignin tutkalının sıcaklık ve mineral asit vasıtasıyla gerçekleşen kondenzasyon reaksiyonu fenol formaldehit reçinesindeki gibi etkili değildir. Yeterli bir sertleşme için yüksek pres sıcaklığı, uzun pres süresi ve yüksek asit konsantrasyonuna ihtiyaç duyulmaktadır (Dunky, 2003).

### **1.3.3.1.2.1.3. Soya Tutkalı**

Soya tutkalı, düşük maliyetli olması, işlenmesinin kolay olması, düşük pres sıcaklığı gerektirmesi ve yüksek rutubette oduna bağlanabilmesi gibi özellikleri nedeniyle avantajlıdır. Sahip olduğu bu avantajlara rağmen suya karşı dayanımı ve bağ direncinin düşük olması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Hettiarachchy vd., 1995; Huang ve Sun, 2000a; Huang ve Sun, 2000b).

Soya esaslı tutkallar 1923 yılında geliştirilmiştir. Buna rağmen petrol esaslı yapıştırıcıların direnç özellikleri ve suya dayanımı daha yüksek olduğundan soya esaslı tutkallara göre daha çok tercih edilmiştir (Huang ve Sun, 2000a; Lambuth, 2003).

### **1.3.3.1.2.2. Hayvansal Tutkallar**

Hayvansal tutkallar, koyun ve sığır gibi hayvanların deri ve kemiklerinden elde edilmekte olup toz, jel ve küçük parçacıklar halinde bulunabilmektedirler. Katı formdaki tutkallar su ile muamele edilip kullanılmaktadırlar. Uygulanabilir viskozite seviyesine getirmek için 60°C'ye kadar tutkal ısıtılır. Balık tutkalları gibi tutkallar sıvı formda bulunabilmektedirler (Eckelman, 1997).

Hayvansal tutkallar; diğer yapıştırıcılara göre rutubete karşı dayanımı düşük, mantar ve küflenmeye neden olmakta, her yerde kullanılamamakta, uygun sıcaklıkta uygulanabilmekte ve pahalıdır (Eckelman, 1997).

#### **1.3.3.1.2.2.1. Kazein Tutkalı**

Yağsız sütün bir asit yardımıyla veya doğal olarak asitlendirilerek kazein proteinleri çöktürülür. Bu çökelti ayrıldıktan sonra kurutularak kazein tutkalı elde edilir. Tutkalın hazırlanmasında, katı kazein sodyum hidroksit veya kireç çözeltisi gibi orta dereceli alkalilerde kolayca çözündürülür ve sonra kullanılır. Tanen bakımından zengin olan odun türlerinde kullanıldığında lekelenmeye sebep olan kazein tutkalının mobilyalarda kullanılmasından sakınılmaktadır (Eckelman, 1997).

Kazein esaslı tutkallar sıcaklık değişimleri ve neme karşı su esaslı yapıştırıcılardan daha dirençlidirler. Fakat dış ortam için bu tutkallar uygun değildir. 70°C'ye kadar kuru ısıya direnci iyi iken ıslak şartlar altında yapıştırma gücünü kaybeder ve biyogermeye maruz kalır. Kazein esaslı tutkalların dayanıklılığını geliştirmek için lateks ve dialdehit nişastası gibi maddeler ile bileşik oluşturulmaktadır. Hayvansal atıklardan elde edilen tutkallar gibi bu tutkalların bağ kuvvetleri oldukça iyidir ( Pizzi, 1994).

#### **1.3.3.1.2.2.2. Kan Albümini Tutkalı**

Mezbahanelerde ortaya çıkan tüm kanlardan kan albümini tutkalı elde edilebilmektedir (Eckelman, 1997). Formaldehit ve fenol formaldehit reçineleri ilave edilmiş kan esaslı tutkaldan üretilen kontrplakların suya dayanımı, bağ direnci ve küflenmeye karşı direnci daha yüksektir (Blomquist vd., 1981).

#### **1.3.3.2. Anorganik Yapıştırıcılar**

Hammadde tercihiinde daha az seçici olması, dış hava koşullarına karşı daha dayanıklı olması, boyutsal kararlılığının daha iyi olması, biyotik ve abiyotik zararlılara karşı daha dayanıklı olması nedeniyle sentetik reçineler ile üretilen kompozitlere göre anorganik yapıştırıcılarla üretilen kompozitler daha üstün özelliklere sahiptirler (Aslan, 2007)

Çimento ve alçı anorganik yapıştırıcı olarak kullanılmakta ve bu bağlayıcılar ile üretilen odun esaslı kompozitler çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım amacı ile kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Anorganik yapıştırıcıların dezavantajları ise; yeterli sertleşme ve yoğunluk için uzun pres süresi gerektirmesidir (Jorge, 2008).

#### **1.3.4. Katkı Maddeleri**

Levhanın üretim koşullarının iyileştirilmesi ve elde edilecek levhaya ek özellikler kazandırmak amacıyla yonga levha üretiminde katkı maddeleri kullanılmaktadır.

##### **1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler**

Yongalevha üretiminde tutkal hazırlama işleminden presleme zamanına kadar sertleşme olmamalıdır. Bununla birlikte presleme sırasında da tutkal kısa sürede sertleşmelidir. Bunun için üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfat kullanılmaktadır. Amonyum klorür, amonyum sülfata göre daha çok tercih edilir. Bunun nedeni; Amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl) uçucu olmasından dolayı levha taslağının her tarafında homojen şekilde yayılmaktadır. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit ( $H_2SO_4$ ) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler gerçekleşir (Karakuş, 2007). Atar, 2012'ye göre de sertleştirici türü olarak amonyum klorür kullanıldığında kalınlık artışı, eğilme direnci, pH değeri, formaldehit emisyonu, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzey özellikleri bakımından diğer sertleştirici türlerine göre daha iyi sonuç vermektedir.

##### **1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler**

Yongalevha üretiminde boyut stabilizasyonunu sağlamak ve levhanın belirli dereceye kadar su alarak şişmesini önlemek için hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Parafin en iyi hidrofobik maddedir. Çünkü parafinin su itici etkisi yüksek ergime noktası uygun ve diğer hidrofobik maddelere göre daha ucuzdur (Ayrılmış, 2000).



### 1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

Odun kökenli levha ürünleri tropik bölgeler gibi mantar ve böcek saldırısı tehlikesinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önem teşkil etmektedir. Başta pentaklorfenol olmak üzere, bakır-pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat, sodyum sliksilikat, amonyaklı bakır arsenik veya sodyum florür koruyucu madde olarak kullanılmaktadır (Ayrılmış, 2000).

### 1.4. Yongalevha Üretim Tekniği

Yongalevha üretimi sırasıyla; hammadde depolama, kabuk soyma, yongalama, yongaların depolanması, yongaların elenmesi, yongaların yıkanması, yongaların tutkallanması, serme, presleme, levhaların klimatize edilmesi, zımparalama, boyutlandırma ve depolama aşamaları ile gerçekleşmektedir.

Yongalevha üretiminde ilk olarak odun hammaddesi depolanmaktadır. Hammadde depoları; Depolarda hammadde istiflenerek ortama 1 yıllık olmak üzere saklanmaktadır. Depolarda hammaddenin çürümesini engellemek için istif zeminden en az 30 cm yüksekliğinde yapılmaktadır.

Kabuk soyma; Yongalevha üretiminde kullanılacak olan hammadde tomruk ise kabuk soyma işlemine tabi tutulur.

Yongalama işlemi; yongalevhayı oluşturacak yongalar kaba ve ince olmak üzere iki yongalama işleminden geçirilerek istenilen incelik ve uzunlukta yongalar elde edilir.

Kurutma; Yongalama makinelerinden elde edilen yonga rutubetleri ortalama %35 ile %120 arasında değişmektedir. Bu nedenle yongaların %3-6 rutubet derecesine kadar kurutulması için döner silindirik, boru demetli, kontak veya çok bantlı kurutucu makinesi gibi kurutuculardan geçirilmesi gerekmektedir. Kurutma işleminde ağaç türü, yongaların ilk rutubet miktarı, yonga boyutları ve kurutma makinesi önemlidir.

Eleme; homojen olmayan yonga boyutlarının homojen hale getirilmesi için kurutma işleminden sonra eleme yapılır. Eleme işleminde kaba yongalar, çok küçük yongalar ve tozlar uzaklaştırılır.

Serme işlemi; Savurma, sınıflandırma, rüzgarlama ve dökme olmak üzere çeşitli serme sistemleri uygulanmaktadır. Serme işleminin hatalı gerçekleştirilmesi levhanın özgül ağırlık homojenliğinin bozulmasına neden olacaktır. Bunun sonucu olarak levha şekli,

fiziksel ve mekanik özellikleri olumsuz etkilenecektir. Bu nedenle serme işlemi levhanın özelliklerine etki eden en önemli aşama olarak kabul edilmektedir.

Presleme işlemi; serme işlemi uygulanan levhalar sırası ile soğuk ve sıcak presleme işlemlerine tabi tutulurlar. Soğuk preste amaç; levha tabakaları arasındaki bağın kuvvetlendirilmesi, sıcak pres tabakalarının açılma yüksekliğinin azaltılması, ısı ve pres sürelerinde tasarruf sağlanması, serme sırasında meyilli olan yongaların iki yüze paralel hale getirilmesidir. Sıcak pres işlemi, belirli basınç ve sıcaklık altında gerçekleştirilir. Sıcaklık tutkal türüne göre 150-220°C arasında değişiklik gösterirken basınç; taslak kalınlığı ve özgül ağırlığa göre 20-35 kg/cm<sup>2</sup> arasında belirlenir. Sıcak preste; levha kalınlığına, pres sıcaklığına, pres plakaları kapanma süresine ve taslak rutubetine göre süre ayarlaması yapılır. Pres işlemi akabinde levhalar genellikle yıldız soğutucular kullanılarak soğutulurlar.

Zımparalama; Soğutulan levha yüzeyleri zımparalanarak hazır hale getirilir. Kaliteli yongalevhanın kalınlığı homojen, ince ve iki yüzü birbirine paraleldir. Hammadde ve üretim koşulları tomruktan elde edilen yonga kalitesini etkilemektedir.

Yongalevha üretiminde yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yongalevha üretimi olmak üzere 3 temel üretim teknoloji kullanılmaktadır. Söz konusu bu üretim metotlarında temel işlemler aynı olmakla beraber, farklılık; presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanır (Yıldırım, 2007).

## **1.5. Yüzey Özellikleri**

### **1.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü**

Pürüzlülük malzeme yüzeyi üzerindeki küçük düzensizliklerin ölçümüdür. Bu düzensizliklerin yüksekliği, genişliği ve şekli malzemenin yüzey kalitesini belirlemektedir (Hiziroglu, 1996).

Yongalevha endüstrisinde dekoratif bir görüntü elde etmek, rutubet ve su emilimi ile formaldehit yayılımını azaltmak için levha yüzeyleri yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmaktadır (Nemli vd., 2005). İnce bir film şeklindeki yüzey kaplama malzemelerinin yongalevhanın yüzeyine iyi bir şekilde uygulanabilmesi için levha yüzeyinin oldukça düzgün olması gerekmektedir. Levha yüzeyindeki pürüzlülük kaplama malzemesi

üzerinden kendini göstererek ürün kalitesini, yüzeyinin işlenmesini ve tutkallanmasını etkilemektedir (Hiziroğlu, 1996).

Hammadde özellikleri ve üretim işlemleri yüzey pürüzlülüğünün derecesini belirlemektedir. Yonga boyutu ve geometrisi hammadde bakımından, reçine miktarı, presleme ve zımparalama üretim işlemleri bakımından yüzey pürüzlülüğünü etkilemektedir (Hiziroğlu, 1996). Yongalevha üretiminde kullanılan tutkal miktarının ve pres süresinin artırılması ile yüzey pürüzlülüğü giderilir ( Hiziroğlu ve Holcomb, 2005; Kalaycıoğlu vd, 2005). Yüzey tabakasındaki yonga miktarının artırılması ile de pürüzlülük iyileştirilmiş olmaktadır (Maloney, 1977; Hiziroğlu ve Holcomb, 2005).

### **1.5.2. Yüzey Pürüzlülüğü Parametreleri**

Yüzey pürüzlülüğü parametreleri profil ortalama çizgisine göre yüzeyin iki boyutlu profilinin belirlenmesi amacıyla kullanılır. Pürüzlülükler yüzey düzlemine dik girinti ve çıkıntılardan oluşmaktadır (Aydın, 2003).

#### **1.5.2.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)**

Ra, profil ortalama çizgisinden pürüzlülük boyunca sapmalara ait tüm değerlerin aritmetik ortalamasını ifade etmektedir. Ortalama pürüzlülük değeri aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır;

$$Ra = \frac{1}{L} \int_0^L |y(x)| dx \quad (1)$$

#### **1.5.2.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri (Rmax / Ry)**

Pürüzlülük mesafesi boyunca ortalama profil çizgisine göre en yüksek tepe ile en derin çukurun toplamı en büyük pürüzlülük değerini vermektedir.

$$R_{max} = Y_p + Y_v \quad (2)$$

### 1.5.2.3. Profil Sapmasının Ortalama Karekökü (Rq)

Pürüzlülük mesafesi boyunca ortalama profil çizgisinden sapmaların ortalamasının karekökü değeri Rq değerini vermektedir.

$$Rq = \left( \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i^2 \right)^{1/2} \quad (3)$$

### 1.5.2.4. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Pürüzlülük mesafesi boyunca yer alan en yüksek beş tepe ve en derin beş çukurun ortalama değerlerinin toplamı Rz değerini vermektedir.

$$Rz = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{pi} + \frac{1}{5} \sum_{i=1}^5 Y_{vi} \quad (4)$$

### 1.5.3. Yüzey Pürüzlülüğü Ölçüm Yöntemleri

Yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi için çeşitli araçlar geliştirilmiş olup bunlar; iğne taramalı, pinomatik, akustik, optik, ultrasonik yüzey ölçerler ve kamera ile resim analizidir. Bu araçlar genellikle plastik ve metal gibi endüstriyel malzemelerin yüzey pürüzlülüğünün ölçülmesi geliştirilmiştir (Aydın, 2003; Hendarto vd., 2006).

Belirtilen yüzey pürüzlülüğü ölçüm aletlerinden en yaygın olarak iğne taramalı araç ile iğne taramalı ölçüm yöntemi kullanılmaktadır. Pratik olan bu yöntem ile yüzey parametrelerinin sayısal değerleri tam olarak hesaplanabilmektedir. Bu yöntemde hassas uçlu iğne aracılığıyla malzeme yüzeyi taranmaktadır. İğne uç çapı, iğneye karşı oluşan yüzey mukavemeti ve profil uzunluğu bu yöntemle elde edilen sonuçları etkilemektedir (Hiziroğlu, 1996; Aydın, 2003).

### 1.5.4. Islanma Olayı ve Temas Açısı

Islanma katı bir yüzeyin sıvı ile teması ile gerçekleşmektedir. Katı ile sıvının arasındaki temas açısının şekli, sıvının katı yüzey üzerine yayılımı ve katının gözenekleri

içerisine sıvının emilimi moleküler etkileşimin etkileridir (Berg, 1993; Walinder, 2000; Sarı, 2011). İslanabilme yeteneği ve sıvı ile katı arasındaki adhezyonu belirleyebilmek için temas açısı yöntemi en yaygın kullanılan yöntemdir. Temas açısı düz bir katı yüzeyine sıvının damlatılması sonucu sıvı ile katının temas ettiği noktadaki katı ve sıvı yüzeyine teğet geçen iki düzlem arasındaki açıdır. Oluşan bu açı sıvı ile katı yüzeyin bir fonksiyonudur (Walinder, 2000; Aydın, 2003; Sarı, 2011).

Odunun ıslanma yeteneği her ağaç türü, ağacın farklı kısımlarına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin odunda bulunan ekstraktif maddelerin ıslanabilme yeteneğini nasıl etkilediği hususunda birçok çalışma yapılmıştır ve temas açısı üzerine etkileri belirlenmiştir. Odunda bulunan ekstraktif maddelerin yapısının odunun yüzeyindeki polar ve polar olmayan kuvvetlerin toplam yüzey serbest enerjisine katkısı ile doğrudan ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır. Odunda zamana bağlı olarak değişen ıslanabilme yeteneği; genellikle ekstraktif maddelerin zamanla odun yüzeyine çıkmasına bağlanmıştır. Bu nedenle ağacın öz odun kısmı ve diri odun kısmından elde edilen yüzeyler arasında ıslanabilme yeteneği farklılıklar gösterebilmektedir (Aydın, 2011).

Yatay zemin üzerine bırakılan sıvı damlası temas açısı Thomas Youn tarafından belirlenmiştir (Walinder, 2000). Bu eşitliğe göre;

$$Y_{LG} \cos Q = Y_{SG} - Y_{SL} \quad (5)$$

$Y_{LG}$  sıvı için  $Y_{SG}$  ise katı için yüzey serbest enerjisidir. Katı-sıvı ara yüzey için serbest enerjisi  $Y_{SL}$  olarak kabul edilmektedir.

Dupre tarafından belirlenmiş adhezyon işi ( $W_a$ ); düşük yüzey enerjisine sahip polimer veya lignoselülozik malzemelerin ıslanabilirliğinin yorumlanmasında kullanılmaktadır. Ara yüzey kuvvetleri arasındaki etkileşimin termodinamik enerjisi için bu formül kullanılmaktadır (Walinder, 2000; Aydın, 2003).

$$W_a = Y_S + Y_L - Y_{SL} \quad (6)$$

$Y_S$  ve  $Y_L$  katı ve sıvının yüzey serbest enerjileri iken  $Y_{SL}$  katı-sıvı serbest enerjidir. Söz konusu iki eşitlik birleştirildiğinde adhezyon işi için aşağıda verilen eşitlik elde edilmektedir (Aydın, 2003).

$$W_a = Y_L(1 + \cos Q) \quad (7)$$

Yukarıda gösterildiği gibi bir ara yüzeydeki termodinamik enerjisi; sıvının yüzey gerilimi ve temas açısı değerleri kullanılarak hesaplanabilmektedir (Aydın, 2003).

## 1.6. Larix

Kışın yapraklarını döken Gymnospermae'lerden olan Larix; kuzey yarım kürenin ılıman bölgelerinde yetişmekte olup, boyları 30m'yi bulabilen, iğne yapraklı sarkık dallı ağaçlardır. Larix cinsinden kırmızı, sert, bol reçineli odunlarını kullanmak için yaygın olarak Avrupa Melezi (*Larix decidua*) ve Amerikan Melezi (*Larix laricina*) yetiştirilmektedir.

### 1.6.1. Yayılışı

Kuzey yarı küresinin soğuk kesimlerinde yaygın 10 değişik türü bilinmekte olup Kuzey Amerika'dan başlayıp Avrupa, Asya ve Himaliya'lara kadar yayılmaktadır. Türkiye'de doğal örneği bulunmamaktadır. Ormancılık ve parkçılık alanlarında Larix decidua ve Larix Leptolepis'e ait örneklere ender de olsa rastlanmaktadır. Az sıcak ve çok nemli ortamlar yetişmeleri için uygundur.

### 1.6.2. Morfolojik ve Anatomik Özellikleri

Larix ağacının dalları gövdeye dağınık olarak dizilmekte ve yatay yönde uzanmaktadır. Gövde kabukları ileri yaşlarda çatlamaktadır. Küçük tomurcukları yumurta şeklinde ve kiremit gibi dizilmişlerdir. Uzun ve kısa sürgünleri bulunur. Uzun sürgünlerde iğne yapraklar teker teker, kısa sürgünlerde ise; birçoğu birlikte püskül gibi durur. İğne yaprakların alt yüzlerinde stoma bantları bulunurken enine kesitlerinde iki adet reçine kanalı bulunmaktadır.

İlkbahar ve yaz odunu yıllık halkalar içerisinde belirgindir ve odununda çok sayıda küçük ve dağınık reçine kanalları bulunmaktadır. Özışınları heterojendir.

### 1.6.3. Kullanım Alanları

Kullanım alanları geniş ağır ve dayanıklı oduna sahip olan *Larix* odunları; özellikle bina ve gemi inşaatlarında, döşeme, kapı ve pencere yapımında, kağıt endüstrisinde ve demiryolu traverslerinin imalatında kullanılmaktadır.

### 1.6.4. Türleri

Pinaceae familyasından Melez (*Larix*) cinsinin Avrupa Melezi (*Larix decidua*), Dahurian Melezi (*Larix gmelinii*), Japon Melezi (*Larix kaempferi*), Amerikan Melezi (*Larix laricina*) ve Çin Melezi (*Larix potaninii*) gibi türleri bulunmaktadır.

Bu çalışmada incelenmekte olan Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) 30-35m boylarında önce sivri, daha sonra dağılan tepesi bulunmaktadır. Birinci sınıf orman ağacı olan *Larix decidua*, kabuğu karmen kırmızı, genç sürgünleri ince, sarımsı ve tüysüzdür. Tomurcukları ise yuvarlak sivri uçludur.

*Larix decidua*'nın erkek çiçekleri yumurtamsı yada yuvarlakçadır. Polenlerinin hava baloncukları bulunmamaktadır. Kozalakları 2-3cm boyunda, 1-2cm çapında, küremsi ya da oval ve hemen hemen sapsızlardır (Anşin ve Özkan, 1997).

Avrupa Melezi (*Larix decidua*) odunu hafif, yumuşak ve orta kalite özelliğe sahiptir. Çalışma özellikleri ve liflere paralel basınç direnci orta iken elastikiyet modülü, eğilme direnci ve şok direnci düşüktür ( Akpınar, 2012).

Değerli odunu olan *Larix decidua*, özellikle su altı inşaatlarında ve maden direği olarak kullanılmaktadır. Kabuklarının tanen bakımından zengin olması da kullanım alanlarını artmaktadır (Anşin ve Özkan, 1997).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) ağacının 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m ve 12-15m olmak üzere 5 farklı yükseltisinden üretilen yongalevhaların mekanik ve fiziksel özelliklerinin ıslanabilme yeteneği ve yüzey pürüzlülüğü üzerine ağaçtaki yükseltinin etkileri incelenmiştir.

Bu amaçla, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi'ne ait laboratuvarında 1,2x55x60cm boyutlarında yongalevhalar üretilmiştir. Her levha grubundan 2'şer adet üretilmiş ve standartlara uygun olarak testler gerçekleştirilmiştir. Deneme levhası üretilen Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.)'ne ait yükselti grupları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Deneme levhası tipleri

Levha tipi	Yongaların elde edildiği ağaçtaki yükselti (m)
1	0-3
2	3-6
3	6-9
4	9-12
5	12-15

#### 2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhaları üretiminde Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) odununun 5 farklı yükseltisinden elde edilen yongalar kullanılmıştır.



### 2.1.2. Tutkal

Deneme levhaların üretiminde aşağıdaki özelliklere sahip üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Yarı saydam sıvı özelliğinde olan bu tutkalın katı madde oranı  $55\pm 1$ 'dir.  $20^{\circ}\text{C}$ 'deki yoğunluğu;  $1,22-1,23\text{g/cm}^3$ , viskozitesi; 100-200cps, pH'ı; 7,5-8,5, akma zamanı ise; 25-45sn'dir. Serbest formaldehit miktarı % olarak max. 0,8 dir. Jelleşme zamanı  $100^{\circ}\text{C}$ 'de 15-25sn.'dir. Deneme levhalarının üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla; orta tabakada %9, dış tabakada %11 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

### 2.1.3. Sertleştirici Madde

Dış ve orta tabakada katı tutkala %1 oranla %25'lik amonyum klorür çözeltisi kullanılmıştır.

## 2.2. Deneme Levhaların Üretimi

Deneme levhalarını üretmek için Larix decidua Mill. odunun farklı yükseltilerinden alınan odunlar üretim için K.T.Ü.'nün üretim atölyesine getirilerek her grup için ayrı ayrı kaba yongalama gerçekleştirilmiştir.

Kaba yongalayıcı makinede 2,5cm kalınlıkta her örnek grubu ayrı ayrı biçilmiştir. Odunların yongalanması için Robert Hildebrand marka laboratuvar tipi iki bıçaklı kaba yongalama makinesi kullanılmıştır. Kaba yongalama işlemlerinden sonra elde edilen yongalar R.Hildebrand marka ve 16 bıçak ile 6 çekiçten oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde ince yongalama işlemine tabi tutulmuşlardır.

Yongaların elenmesinde Algemair marka horizontal hareket eden üç kademeli elek kullanılmış ve 3mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar tekrar yongalanmıştır. 3mm gözenekli elekten geçip 1,5mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar; orta tabakada, 0,5mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakalarda kullanılmıştır.

Elenen yongalar laboratuvar tipi kurutma fırınında  $90^{\circ}\text{C}$ 'de %3 rutubete kadar kurutulmuştur.

Elenen yongaların tutkallanmasında tutkal; tam kuru yonga ağırlığına oranla verilmiştir. Tutkal çözeltisi hazırlanırken sertleştirici madde olarak %1 oranında %25'lik

amonyum klorür ilave edilmiştir. Tutkallama işleminde tutkalın dağılımının homojen olmasına dikkat edilmiştir.

Levha taslağının hazırlanırken öncelikle tutkallanmış dış tabaka yongaları el ile mümkün olduğunca homojen bir şekilde şekillendirme çerçevesi içerisine serilmiştir. Daha sonra tutkallanmış orta tabaka ve diğer yüzdeki dış tabaka yongaları aynı yöntemle serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmış ve şekillendirme tablası yavaş yavaş çıkarılmıştır. Levha taslağı üzerine üst pres sacı yerleştirilerek presleme işlemine alınmıştır. Levha yoğunluğunun  $0,65\text{gr/cm}^3$  olması hedeflenmiştir.

Levha taslaklarının pres işlemi; laboratuvar tipi ve levha büyüklüğü 70x89cm olan elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Preslemede 12mm kalınlık takozları kullanılarak tüm levhaların homojen bir şekilde aynı kalınlarda olmaları sağlanmıştır. Böylece her levha tipinden 2 adet olmak üzere toplam 10 adet levha üretilmiştir. Pres sıcaklığı  $150^{\circ}\text{C}$ , pres süresi 5 dakika ve pres basıncı  $25\text{kg/cm}^2$  tutulmuştur. Pres sonrası tutkalın sertleşmeye devam etmesini sağlamak için, pres sacları arasında bekletilmiş daha sonra TS 642(1968)'ye göre sıcaklığı  $20^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi %65 olan klima odasında üç hafta süreyle bekletilmiştir. Daha sonra denemeler için örnekler kesilerek testlerde kullanıncaya kadar aynı klima odasında tutulmuşlardır.

### **2.3. Araştırma Yöntemi**

Deneme levhaların kalite özelliklerinin belirlenmesinde aşağıdaki yöntemler uygulanmıştır.

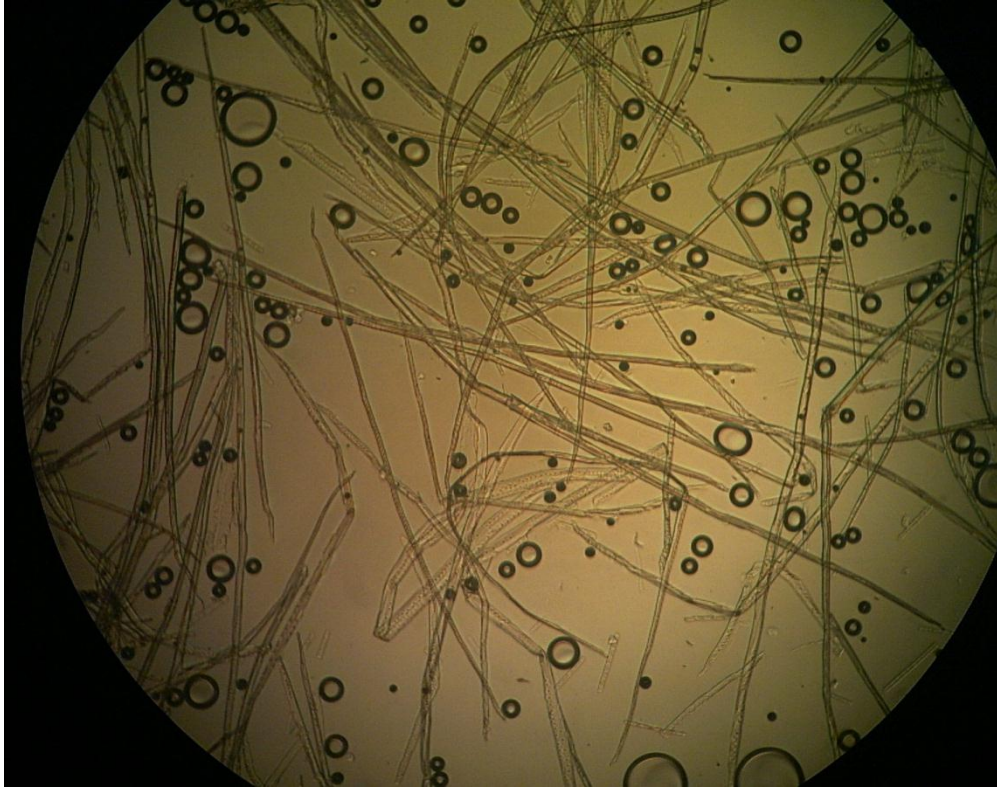
#### **2.3.1. Anatomik Özellikler**

Liflerin uzunluğu doku içerisinde tespit edilemediğinden dolayı dokudan ayrılarak serbest hale getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle çeşitli maserasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Bu çalışmada yaygın olarak kullanılan ve doku elemanlarına en az zarar veren Schultze Yöntemi yani Potasyum Klorat-Nitrit Asit kullanılmıştır.

Odun örneklerinden ilkbahar ve yaz odununu kapsayacak örnekler alınarak kibrit çöpü büyüklüğündeki bu örnekler 'potasyum kloratlı' ortamda nitrik asit ile işleme

sokulmuştur. Böylece lifleri birbirine bağlayan orta lameller eriyerek hücre bağlantılarının çözülmesi sağlanmış ve daha sonra lifler manyetik karıştırıcı ile serbest hale getirilmiştir. Serbest hale getirilen lifler alkol ile muamele edilip sudan kurtarılmış ve gliserin içerisine alınarak safranin ile boyanmıştır.

Lif uzunluğu, lif genişliği, lümen genişliği ve lif çeper kalınlığı ölçümleri için Carlquist 25'i, IAWA Committee 25-50 esas alınmıştır. Ölçümler; 4897936 nolu Carl Zeiss adlı araştırma mikroskobu ile lifler büyütülerek Digimizer adlı program ile 30 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki şekilde mikroskop ile büyütülerek ölçüme hazırlanmış lifler görünmektedir.



Şekil 1. Ölçüme hazırlanmış liflerin mikroskop ile görünümü

### 2.3.2. Fiziksel Özellikler

#### 2.3.2.1. Özgül Ağırlık

Yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas aldığımız bu çalışmada özgül ağırlık deneyi TS EN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak

gerçekleştirilmiştir. Özgül ağırlık belirlemede aynı örnekler kullanılmış, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü denemelerinden sonra kırılan parçalardan elde edilen ve 50x50mm ebatlarında 20 örnek kullanılmıştır. Örnekler iklimlendirme odasında 18-22°C sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmıncaya kadar bekletilmiştir. Örnekler  $\pm 0,01$ g ve  $\pm 0,01$  mm hassasiyetle genişlikleri kumpas, kalınlıkları mikrometre ve ağırlıkları analitik teraziyle ölçülmüşlerdir.

Özgül ağırlığın hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$D = \frac{m}{v} \text{ g/cm}^3 \quad (8)$$

D: özgül ağırlık ( $\text{g/cm}^3$ )

m: hava kuru ağırlık (g)

v: örnek hacmi ( $\text{cm}^3$ )'dir.

### 2.3.2.2. Rutubet Miktarı

EN 322 (1993)'de belirtilen esaslara göre gerçekleştirilen rutubet miktarı deneyinde eğilme ve elastikiyet modülü deneyleri tamamlandıktan sonra kırılan parçalar kullanılmıştır. 50x50mm ebatlarında 20 adet örnek hazırlanarak analitik terazide  $\pm 0,01$  g duyarlılıkta tartılmıştır. Kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilen örnekler  $103 \pm 2$  °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmıncaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir.

Örneklerin rutubet miktarlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$r = \frac{m - m_o}{m_o} \times 100 \quad (9)$$

r: rutubet (%)

m: klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

$m_o$ : tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

### 2.3.2.3. Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)

EN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 2 ve 24 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için 50x50mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin kalınlıkları  $\pm 0,01$ mm duyarlıklı mikrometreyle tam orta noktasından ölçülmüştür. 19-21°C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez yardımı ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları hesaplanmıştır.

Örneklerin kalınlık artışlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (10)$$

$e_y$ : Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

$e_k$ : Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

### 2.3.2.4. Su Alma Oranı

EN 317 (1993) standardında belirtilen esaslara uygun olarak örneklerde su alma oranı belirlenmektedir. Örneklerin ağırlıkları  $\pm 0,01$ mm duyarlıklı terazide tartılır. Daha sonra, su yüzeyinde 25mm aşağıda tutulmuştur.  $20 \pm 2$  °C'lik suda bekletilerek bu süre sonunda sudan çıkarılan örnekler bir bez ile silinir. Ağırlıkları aynı  $\pm 0,01$ mm duyarlıklı terazide tartılır.

Örneklerin su alma oranlarının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$SA = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (11)$$

$m$ : Suda bekletilen örneklerin ağırlığı (gr)

$m_0$ : Örneklerin ilk ağırlığı (gr)

### 2.3.3. Mekanik Özellikler

#### 2.3.3.1. Eğilme Direnci

EN 310 (1993) standardında belirtilen esaslara uygun olarak eğilme direnci deneyi gerçekleştirilmiştir. 400x50mm ebatlarına sahip 20 adet örnek hazırlanmıştır. İklimlendirme odasında  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $\%65\pm 5$  şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra örnek kalınlık ve genişlikleri  $\pm 0,01$  mm hassasiyete sahip kumpas ve mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, 6mm/dak hız ile kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2dak. içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde çalıştırılmıştır.

Örneklerin eğilme dirençlerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (12)$$

F: kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L: dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d: örnek kalınlığı (cm)

b: örnek genişliği (cm)

#### 2.3.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

EN 310 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak elastikiyet modülü deneyi gerçekleştirilmiştir. İklimlendirme odasında  $18-22^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\%65\pm 5$  bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar 20 adet bekletilmiş ve elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Komperatör ile deformasyon bölgesindeki eğilme miktarı  $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ve kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg hassasiyette belirlenmiştir.

Örneklerin eğilmede elastikiye modüllerinin hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır;

$$E = \frac{F \times L^3}{4 \times \Delta_e \times b \times d^3} \text{ kg/cm}^2 \quad (13)$$

- E: elastikiyet modülü (kg/cm<sup>2</sup>)  
 $\Delta_e$ : eğilme miktarı (sehim) (cm)  
 F: deformasyonu sağlayan kuvvet (kg)  
 L: dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)  
 d: örnek kalınlığı (cm)  
 b: örnek genişliği (cm)

### 2.3.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

EN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak yüzeye dik çekme direnci gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 20 adet 50x50mm ebatlarında örnek hazırlanmıştır. İklimlendirme odasında sıcaklığı 20±2°C ve bağıl nem %65±5 şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örnek 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 kullanılmış ve kayın takoz yapıştırılmış örnekler sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi 24 saat olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeyine çok yakın olan örnekler hesaplamalara dahil edilmiştir.

Örneklere ait yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır;

$$\sigma_{\zeta d} = \frac{F_{max}}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (14)$$

$F_{max}$ : kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A: örnek enine kesit alanı (cm<sup>2</sup>)

### 2.3.4. Yongaların Kimyasal Analizi

TAPPI T 257 cm-02 standardında belirtilen koşullara uygun olarak yongaların kimyasal analiz işlemi gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar tipi Willey değirmeninde öğütülen yongalar sarsıntılı elekten geçirilerek 40 mesh'lik elekten geçen ve 60 mesh'lik elek üzerinde kalan yongalar alınıp rutubetleri belirlenmiştir. Daha sonra ağzı kapalı cam kavanozlara yerleştirilmiştir (TAPPI, 1992).

#### **2.3.4.1. Soğuk Su Çözünürlüğü**

TAPPI T 207 om-88 standardında belirtilen koşullara uygun olarak  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 300ml destile içerisine 2 g hava kurusu örnek konulmuş ve örnek 48 saat süreyle karıştırılarak bekletilmiştir. Süre sonunda örnek, darısı alınmış krozedden süzülerek destile su ile yıkanmış ve  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuştur. Soğuk suda çözünen miktar tam kuru oduna oranla % olarak hesaplanmış ve denemeler n=3 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.4.2. Sıcak Su Çözünürlüğü**

TAPPI T 207 om-88 standardına belirtilen koşullara uygun olarak rutubeti bilinen 2 g hava kurusu örnek 200ml'lik bir erlenmayere konulduktan sonra üzerine 100ml destile su ilave edilmiştir. Kaynayan su banyosunda erlenmaye 3 saat boyunca bekletilmiştir. Burada buharlaşan su soğutucu yardımıyla tekrar yoğunlaştırılmıştır. Daha sonra örnek krozedden süzülüş ve sıcak su ile yıkanmıştır.  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuş ve desikatörde soğutulduktan sonra tartılmıştır. Sonuç tam kuru örnek ağırlığına oranla % olarak hesaplanmış ve denemeler n=3 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.4.3. Alkol-Benzen Çözünürlüğü**

TAPPI T 204 cm-97 standardında belirtilen koşullara uygun olarak alkol-benzen çözünürlüğü yapılmıştır.  $\frac{1}{2}$  oranında alkol ile benzen karışımı (33 hacim %95  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ , 67 hacim benzen) ile odun örneği 4 saat ekstrake edildi. Çözünen kısım tam kuru ağırlığa oranla % olarak hesaplanmış ve denemeler n=3 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### **2.2.4.4. %1'lik NaOH Çözünürlüğü**

TAPPI T 212 om-98 standardında belirtilen koşullara uygun olarak %1'lik NaOH çözünürlüğü yapılarak 0,1mg hassaslıkta 2gr örnek tartılarak 200ml'lik erlen içerisine koyulmuştur. Üzerine %1'lik NaOH çözeltisinden 100ml ilave edilmiştir. Erlenin ağzı



daha küçük bir erlenle kapatılmış ve 1 saat su banyosunda bırakılmıştır. 10.,15.ve 20.dakikalarda 3 defa karıştırılmış ve daha sonra erlendeki kalıntı, darısı alınmış krozede süzülmüştür. %10'luk 50ml asetik asit ve sıcak su ile yıkandıktan sonra kroze ve içindekiler  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Daha sonra bir desikatörde soğutulmuş ve tartılmıştır. Kuru örnek ağırlığındaki azalmalar hesaplanmıştır. Soğuk suda çözünen miktar tam kuru örneğe oranla % olarak hesaplanmış ve denemeler  $n=3$  örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.4.5. Holoselüloz Tayini**

Wise ve Karz (1962) tarafından geliştirilen klorit yöntemi holoselüloz tayininde kullanılmıştır. Bu yöntem %2-4 oranında karbonhidrat kaybı olmadan ligninin tümünün uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Holoselüloz miktarı belirlenecek 5gr alkol-benzen ekstraksiyonuna uğratılmış hava kurusu örnek, 160ml destile su, 1,5gr  $\text{NaClO}_2$  ve 10 damla (0,5ml) asetik asitle birlikte 250ml'lik bir erlenmayere konulmuştur. Daha sonra bir termostat yardımıyla sıcaklığı  $78-80^{\circ}\text{C}$ 'de su banyosunda 1 saat süreyle bekletilmiştir. İçinde örnek bulunan erlenin ağzı, ters çevrilmiş 50ml'lik bir erlenmayer ile kapatılmıştır. Reaksiyon süresi boyunca erlen zaman zaman çalkalanarak karıştırılmış ve 1 saatin sonunda karışıma  $\text{NaClO}_2$ 'den 1,5gr, buzlu asetik asitten 10 damla ilave edilmiş ve bu işlem 4 kez tekrar edilmiştir. Daha sonra süspansiyon bir buz banyosunda soğutulmuş ve krozeden süzülmüştür. Kalıntı önce aseton kullanılarak sonra soğuk destile su ile yıkanmıştır. Sonra da  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de kurutulmuştur. Asetik asit, burada ortamın pH'ını 4 civarında tutulmasını sağlamakta ve  $\text{ClO}_2$  çıkmasını sağlamaktadır. Çıkan  $\text{ClO}_2$  lignini oksitleyerek klorolignin halinde çözmekte ve karbonhidratlardan ayırmaktadır (Wise, 1962; Huş vd., 1975).  $n=3$  örnek üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.4.6. Hemiselüloz Tayini**

TAPPI T03 metodu, hemiselüloz miktarının tayininde kullanılmış ve 0,1gr odun örneği öncelikle 2,5ml %17,5'lik NaOH çözeltisi ilave edilerek manyetik karıştırıcı ile  $20-25^{\circ}\text{C}$ 'de 1 saat ekstrakte edilmiştir. Daha sonra 3,3ml deionize su eklenerek ekstraksiyon 1 saat daha devam ettirilmiştir. Snatrifüj ile kalıntıdan ayrılan alkali ekstraktı %8,3 NaOH ile

20ml'ye seyreltilmiştir. Ekstraktan 2ml miktarına 0,5ml CH<sub>3</sub>COOH ile asitlendirilmiş ve 8ml aseton ilave edilmiştir. Daha sonra -20<sup>0</sup>C'de 24 saat süre ile bekletilmiş ve hemiselülozların çökmesi sağlanmıştır. Çökelti olarak elde edilen hemiselülozlara 1,5ml %75'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiş ve manyetik karıştırıcı ile 20-25<sup>0</sup>C sıcaklıkta 2 saat hidroliz uygulanmıştır. Daha sonra 8,5ml deionize su ilave edilerek 4 saat kaynatılmış ve hemiselüloz miktarı tayin edilmiştir (Yaşar,2002).

#### **2.3.4.7. Selüloz Tayini**

Kurscher ve Hoffer'in 'Nitrik asit' yöntemi selüloz miktarının belirlenmesinde kullanılmış ve alkol-benzen ekstaksiyonuna uğratılmış 2gr odun örneği bir balona koyularak üzerine 10ml 40<sup>0</sup>Be'lik HNO<sub>3</sub> ile 40ml %96'lık etil alkol karışımı ilave edilmiştir. Soğutucu altında 1 saat süreyle su banyosunda kaynatılarak bu süre sonunda balonda bulunan sıvı, kroze ile süzölmüş ve 10ml HNO<sub>3</sub> ile 40ml etil alkolden oluşan 50ml'lik yeni karışım kroze üzerindeki test örnekleri ile birlikte tekrar balona koyulmuştur. Daha sonra bir saat süre ile kaynatılarak bu işlem 3 defa tekrarlanmıştır. Süzmeden sonra krozede kalan test örnekleri sıcak su ile yıkanmıştır. Sonra da 103±2<sup>0</sup>C'de kurutularak tartılmıştır. Sonuç tam kuru ağırlığa göre % oranla hesaplanmıştır (E.P.F, 1969). n=3 örnek üzerinde denemeler gerçekleştirilmiştir.

#### **2.3.4.8. Lignin Tayini**

TAPPI T 222 om-02 standardında belirtilen koşullara uygun ölçü alınarak Klason Lignini yöntemi ile lignin miktarı tayin edilmiştir. Alkol-benzen ekstraksiyonu ile muamele edilmiş 1gr hava kurusu ağırlığındaki odun örneği bir behere konulduktan sonra üzerine 18-20<sup>0</sup>C sıcaklıktaki %72'lik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilip 2 saat boyunca bekletilmiş ve daha sonra örnek 1lt'lik erlene koyulmuştur. 560ml destile su ilave edilerek asit konsantrasyonu %3'e seyreltilmiş ve karışım bir soğutucu altında 4 saat boyunca kaynatılmıştır. Lignin miktarı tam kuru odun ağırlığına oranla % olarak belirlenmiş ve denemeler n=3 örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

### **2.3.4.9. pH**

TAPPI T m-45 standardına uygun olarak pH analizi yapılmıştır. Her test grubuna ait yaklaşık 5gr örnek içerisinde 150ml destile edilmiş su bulunan bir erlenmayere yerleştirilmiştir. Bir çalkalayıcı ile karıştırıldıktan sonra elde edilen çözelti bir vakum pompası yardımıyla süzülerek pH ölçümü gerçekleştirilmiş ve denemeler n=3 örnek üzerinde yapılmıştır.

### **2.3.5. Yongalevhaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi**

#### **2.3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü**

Yüzey pürüzlülüğü ölçümler DIN 4768 (1990) standardında belirtilen koşullara uygun olarak Mitutoyo SJ-301 modelindeki cihaz ile gerçekleştirilmiştir (Resim 2). Her bir grup için 50x50x12 mm ebatlarında 20'şer örnek hazırlanmıştır.

Ortalama pürüzlülük değeri (Ra), en büyük pürüzlülük değeri (Ry), on nokta pürüzlülüğü (Rz) ve profil sapmasının ortalamasının karekökü (Rq) olmak üzere dört çeşit pürüzlülük değeri elde edilmiştir. Pürüzlülüğün belirlenmesinde 90° açılı elmas uçlu, çapı 4µm olan tarama detektörü kullanılmıştır (Şekil 3). Kesme uzunluğu  $\lambda=2,5\text{mm}$  ve örnekleme uzunluğu ise 12,5mm olarak ayarlanmıştır. Ölçümler 10mm/sn hızla ve 0,5µm hassasiyetle ölçülmüştür. Ölçme işlemi oda sıcaklığında gerçekleştirilmiştir.



### 2.3.5.2. Islanabilme Yeteneği (Temas Açıı)

Damla şekli analizi yöntemi ile alışan KSV Cam-101 modeli cihaz, yongalevha yüzeyinin ıslanabilme yeteneğinin belirlenmesinde kullanılmıştır. Temas açıı ölçülerinin elde edilmesini dijital kamera ile bilgisayar sistemi bağlantılı çalışan bir açıölçer sağlamaktadır. Deneme  $n=20$  örnek üzerinde gerçekleştirilmiş olup  $20^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta ve  $72,80\text{ N/m}^2$  yüzey gerilime sahip destile edilmiş su uygulama yüzeyine bir iğne yardımı ile damlatılmıştır. Su damlasının uygulama yüzeyine damlatıldıktan sonra 1sn aralıklarla 5sn boyunca çekilen fotoğrafların üzerinden analiz sonuçları elde edilmiştir. Islanabilme yeteneği (temas açıı) ölçümü için kullanılan düzenek ve damlanın oluşturduğu temas açıı şekil 4'te gösterilmiştir.



şekil 4. Islanabilme yeteneği (Temas Açıı) ölçüm düzeneği



Şekil 5. Temas açısı ölçümü

#### 2.4. İstatistiksel Analiz

Deneyler sonucunda elde edilen verilerin değerlendirilmesinde ikiden fazla örnek ve bir faktör ile; basit varyans analizi, iki faktör ve ikiden fazla örneklemeler ile; çoğul varyans analizi kullanılmıştır. Newman-Keuls testi ile etkilemenin anlamlı çıkması halinde ortalama değerler karşılaştırılmıştır (Batu, 1978).

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Anatomik Özellikler

##### 3.1.1. Lif Uzunluğu

Yonga tiplerine ait ortalama lif uzunluğu değeri Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. Yonga tiplerine ait ortalama lif uzunluğu değeri ( $\mu\text{m}$ )

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	3886,01	424,43	10,92
2	3286,37	70,88	2,16
3	3126,44	56,55	1,80
4	2876,73	99,14	3,45
5	2465,19	187,07	7,59

$\bar{X}$  : Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V:Varyasyon katsayısı

Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	33063384	4	8265846,03	178,929	***
Gruplar içi	6698464	145	46196,30		
Toplam	39761848	149			

Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Lif

uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Lif uzunluğu değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lif Uzunluğu ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	3886,01a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	3286,37b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	3126,44c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	2876,73d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	2465,19e

### 3.1.2. Lümen Genişliği

Yonga tiplerine ait ortalama lümen genişliği değeri Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5. Yonga tiplerine ait ortalama lümen genişliği değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	24,99	0,58	2,32
2	26,34	4,62	17,54
3	28,10	0,69	2,46
4	32,00	0,60	1,88
5	35,81	0,76	2,12

Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	2349,67	4	587,42	127,111	***
Gruplar içi	670,09	145	4,62		
Toplam	3019,76	149			



Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7. Lümen genişliği değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lümen Genişliği ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	24,99a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	26,34b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	28,10c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	32,00d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	35,81e

### 3.1.3. Çeper Kalınlığı

Yonga tiplerine ait ortalama çeper kalınlığı değeri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8. Yonga tiplerine ait ortalama çeper kalınlığı değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	11,51	0,31	2,95
2	9,66	1,81	18,74
3	7,99	0,53	6,63
4	6,08	0,42	6,91
5	5,05	0,24	4,75

Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	822,94	4	205,74	264,782	***
Gruplar içi	112,67	145	0,78		
Toplam	935,61	149			

Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Çeper kalınlığı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Çeper Kalınlığı ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	11,51a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	9,66b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	7,99c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	6,08d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	5,05e

### 3.2. Fiziksel Özellikler

#### 3.2.1. Özgül Ağırlık

Deneme levhalarına ait örneklerin ortalama özgül ağırlık değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 11. Deneme levhaların ortalama özgül ağırlık değerleri (gr/cm<sup>3</sup>)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	0,651	0,038	5,85
2	0,650	0,064	9,85
3	0,649	0,046	7,08
4	0,649	0,052	8,00
5	0,648	0,046	7,08

### 3.2.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait örneklerin ortalama rutubet miktarı değerleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 12. Deneme levhalarının ortalama rutubet miktarı değerleri (%)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	9,36	0,47	5,02
2	9,39	0,39	4,15
3	9,41	1,16	12,33
4	9,46	0,18	1,90
5	9,49	0,68	7,16

### 3.2.3. Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)

Deneme levhalarına ait ortalama kalınlık artışı değerleri Tablo 13’de verilmiştir.

Tablo 13. Deneme levhalarının ortalama kalınlık artışı değerleri (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	$\bar{X}$	S	V
1	2	15,36	1,09	7,10
	24	19,06	1,52	7,97
2	2	17,90	0,47	2,63
	24	22,82	0,77	3,37
3	2	19,17	0,55	2,87
	24	25,22	0,57	2,26
4	2	20,52	0,29	1,41
	24	28,23	1,37	4,86
5	2	22,46	1,00	4,46
	24	31,80	1,32	4,15

Kalınlık artışı değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin ve suda bekletme sürelerinin etkisini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14. Kalınlık artışı oranı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Gövde yüksekliği	2292,447	4	573,112	583,237	***
B-Suda Bekletme Süresi	2013,459	1	2013,459	2049,031	***
Int. AxB	199,956	4	49,989	50,872	***

Kalınlık artışı değeri üzerine suda bekletme süresi ağacın gövde yüksekliği ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Kalınlık artışı oranı üzerine suda bekleme süreleri ve ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15. Kalınlık artışı oranı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Kalınlık Artışı (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	17,21a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	20,36b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	22,19c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	24,37d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	27,13e
Suda bekletme süresi: 2 saat	19,08a
Suda bekletme süresi: 24 saat	25,43b

### 3.2.4. Su Alma Oranı

Deneme levhalarına ait ortalama su alma oranları Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Deneme levhalarının ortalama su alma oranları (%)

Levha Tipi	Suda Bekletme Süresi (saat)	$\bar{X}$	S	V
1	2	51,92	2,90	5,59
	24	65,57	2,81	4,29
2	2	57,95	2,12	3,66
	24	70,15	1,83	2,61
3	2	63,60	1,45	2,28
	24	73,97	1,22	1,65
4	2	68,07	1,81	2,64
	24	77,50	1,78	2,30
5	2	74,44	1,78	2,40
	24	82,85	1,72	2,08

Su alma oranı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin ve suda bekletme sürelerinin etkisini belirlemek için yapılan çoğul varyans analizi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Su alma oranı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait çoğul varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
A-Gövde yüksekliği	9450,483	4	2362,621	574,229	***
B-Suda Bekletme Süresi	5842,697	1	5842,697	1420,054	***
Int. AxB	178,597	4	44,649	10,852	***

Su alma oranı üzerine, suda bekletme süresi, gövde yüksekliği ve bu faktörlerin karşılıklı etkileri %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu çıkmıştır. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Su alma oranı üzerine suda bekleme süresi ve ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18. Su alma oranı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Su Alma Oranı(%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	58,75a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	64,05b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	68,78c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	72,79d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	78,65e
Suda bekletme süresi: 2 saat	63,20a
Suda bekletme süresi: 24 saat	74,01b

### 3.3. Mekanik Özellikler

#### 3.3.1. Eğilme Direnci

Deneme levhalarına ait eğilme direnci değerleri Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19. Deneme levhalarının eğilme direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	14,38	0,41	2,86
2	13,27	0,38	2,86
3	12,05	0,47	3,90
4	11,11	0,31	2,79
5	10,27	0,36	3,51

Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo20’de verilmiştir.

Tablo 20. Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	477,959	4	119,490	356,690	***
Gruplar içi	31,825	95	0,335		
Toplam	509,784	99			

Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21. Eğilme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	14,38a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	13,27b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	12,05c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	11,14d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	10,27e

### 3.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deneme levhalarına ait eğilmede elastikiyet modülü değerleri Tablo 22’de verilmiştir.

Tablo 22. Deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	1927,69	37,86	1,96
2	1819,12	45,54	2,50
3	1696,74	49,03	2,89
4	1574,05	38,41	2,44
5	1446,99	32,48	2,44

Eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 23’de verilmiştir.

Tablo 23. Eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	9570620,1	4	2392655,037	544,102	***
Gruplar içi	417756,40	95	4397,436		
Toplam	9988376,6	99			

Eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Eğilme elastikiyet modülü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 24’de verilmiştir.

Tablo 24. Eğilmede elastikiyet modülü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Eğilme Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	1927,69a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	1819,12b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	1696,74c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	1574,05d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	1446,99e

### 3.3.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Deneme levhalarına ait yüze dik çekme direnci değerleri Tablo 25’de verilmiştir.

Tablo 25. Deneme levhalarının yüze dik çekme direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	0,451	0,01	2,88
2	0,405	0,02	4,94
3	0,355	0,01	3,10
4	0,322	0,02	6,76
5	0,285	0,02	5,97



Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	0,874	4	0,219	759,021	***
Gruplar içi	0,027	95	0,000		
Toplam	0,901	99			

Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Yüzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 27’de verilmiştir.

Tablo 27. Düzeye dik çekme direnci değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	0,451a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	0,405b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	0,355c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	0,322d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	0,285e

### 3.4. Yongaların Kimyasal Analizi

#### 3.4.1. Soğuk Su Çözünürlüğü

Yonga tiplerine ait ortalama soğuk su çözünürlüğü değerleri Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Yonga tiplerine ait ortalama soğuk suda çözünürlük değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	2,58	0,07	2,71
2	1,82	0,04	2,20
3	1,66	0,03	1,81
4	1,54	0,03	1,95
5	1,37	0,04	2,92

Soğuk su çözünürlüğü üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Soğuk su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	2,648	4	0,662	344,835	***
Gruplar içi	0,019	10	0,002		
Toplam	2,668	14			

Soğuk su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Soğuk su çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 30’da verilmiştir.

Tablo 30. Soğuk su çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Soğuk Su Çözünürlüğü (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	2,58a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	1,82b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	1,66c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	1,54d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	1,37e

### 3.4.2. Sıcak Su Çözünürlüğü

Yonga tiplerine ait ortalama sıcak su çözünürlüğü değerleri Tablo 31’de verilmiştir.

Tablo 31. Yonga tiplerine ait ortalama sıcak suda çözünürlük değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	8,75	0,11	1,26
2	7,43	0,06	0,81
3	6,90	0,09	1,30
4	6,64	0,04	0,60
5	6,37	0,02	0,31

Sıcak su çözünürlüğü üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 32’de verilmiştir.

Tablo 32. Sıcak su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	10,644	4	2,661	63,127	***
Gruplar içi	0,422	10	0,042		
Toplam	11,066	14			

Sıcak su çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Sıcak su çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 33’de verilmiştir.

Tablo 33. Sıcak su çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltmelerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Sıcak Su Çözünürlüğü (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	8,75a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	7,43b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	6,90c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	6,64d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	6,37e

### 3.4.3. Alkol-Benzen Çözünürlüğü

Yonga tiplerine ait ortalama alkol-benzen çözünürlüğü değerleri Tablo 34’de verilmiştir.

Tablo 34.Yonga tiplerine ait ortalama alkol-benzen çözünürlüğü değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	7,61	0,03	0,39
2	7,26	0,04	0,55
3	6,75	0,06	0,89
4	6,49	0,09	1,39
5	6,09	0,05	0,82

Alkol-benzen çözünürlüğü üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 35’de verilmiştir.

Tablo 35. Alkol-benzen çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	4,396	4	1,099	349,971	***
Gruplar içi	0,031	10	0,003		
Toplam	4,427	14			

Alkol-benzen çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Alkol-benzen çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 36'da verilmiştir.

Tablo 36. Alkol-benzen çözünürlük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Alkol-Benzen Çözünürlüğü (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	7,61a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	7,26b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	6,75c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	6,49d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	6,09e

#### 3.4.4. %1'lik NaOH Çözünürlüğü

Yonga tiplerine ait ortalama %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri Tablo 37'de verilmiştir.

Tablo 37. Yonga tiplerine ait ortalama %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	17,00	0,09	0,53
2	16,58	0,13	0,78
3	15,75	0,13	0,83
4	14,79	0,08	0,54
5	13,42	0,16	1,19

%1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 38'de verilmiştir.

Tablo 38. %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	24,955	4	6,239	421,722	***
Gruplar içi	0,148	10	0,015		
Toplam	25,103	14			

%1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltmelerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 39'da verilmiştir.

Tablo 39. %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltmelerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	%1'lik NaOH Çözünürlüğü (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	17,00a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	16,58b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	15,75c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	14,79d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	13,42e

### 3.4.5. Holoselüloz Tayini

Yonga tiplerine ait ortalama holoselüloz miktarları Tablo 40'da verilmiştir.

Tablo 40. Yonga tiplerine ait ortalama holoselüloz miktarları (%)

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	70,25	0,12	0,17
2	69,97	0,17	0,24
3	69,62	0,36	0,52
4	68,68	0,42	0,61
5	68,03	0,37	0,54

Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 41’de verilmiştir.

Tablo 41. Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	10,301	4	2,575	26,242	***
Gruplar içi	0,981	10	0,098		
Toplam	11,282	14			

Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 42’de verilmiştir.

Tablo 42. Holoselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Holoselüloz Miktarı (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	70,25a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	69,97b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	69,62c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	68,68d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	68,03e

### 3.4.6. Hemiselüloz Tayini

Yonga tiplerine ait ortalama hemiselüloz miktarları Tablo 43’de verilmiştir.

Tablo 43. Yonga tiplerine ait ortalama hemiselüloz miktarları (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	19,12	0,11	0,58
2	20,21	0,14	0,69
3	22,06	0,06	0,27
4	23,13	0,07	0,30
5	24,41	0,29	1,89

Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 44’de verilmiştir.

Tablo 44. Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	55,073	4	13,768	545,204	***
Gruplar içi	0,253	10	0,025		
Toplam	55,325	14			

Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhalarının grupları arasındaki farklar önemlidir. Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 45’de verilmiştir.

Tablo 45. Hemiselüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Hemiselüloz Miktarı (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	19,12a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	20,21b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	22,06c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	23,13d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	24,41e



### 3.4.7. Selüloz Tayini

Yonga tiplerine ait ortalama selüloz miktarları Tablo 46’da verilmiştir.

Tablo 46. Yonga tiplerine ait ortalama selüloz miktarları (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	51,12	0,09	0,18
2	49,76	0,06	0,12
3	47,56	0,36	0,76
4	45,55	0,36	0,80
5	43,62	0,26	0,60

Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 47’de verilmiştir.

Tablo 47. Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	111,282	4	27,821	416,185	***
Gruplar içi	0,668	10	0,067		
Toplam	111,951	14			

Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 48’de verilmiştir.

Tablo 48. Selüloz miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Selüloz Miktarı (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	51,12a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	49,76b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	47,56c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	45,55d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	43,62e

### 3.4.8. Lignin Tayini

Yonga tiplerine ait ortalama lignin miktarları Tablo 49’da verilmiştir.

Tablo 49. Yonga tiplerine ait ortalama lignin miktarları (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	29,54	0,32	1,08
2	27,51	0,47	1,71
3	25,66	0,47	1,83
4	23,20	0,02	0,09
5	21,28	0,02	0,09

Lignin miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 50’de verilmiştir.

Tablo 50. Lignin miktarı üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	130,560	4	32,640	299,505	***
Gruplar içi	1,090	10	0,109		
Toplam	131,650	14			

Lignin miktarı üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata

payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Lignin miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 51’de verilmiştir.

Tablo 51. Lignin miktarı üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Lignin Miktarı (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	29,54a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	27,51b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	25,66c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	23,20d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	21,28e

### 3.4.9. pH

#### 3.4.9.1. Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri

Tutkallanmış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri Tablo 52’de verilmiştir.

Tablo 52. Tutkallanmış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	4,35	0,02	0,46
2	4,84	0,04	0,83
3	4,96	0,02	0,40
4	5,04	0,02	0,40
5	5,12	0,02	0,39

Tutkallanmış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 53’de verilmiştir.

Tablo 53. Tutkallanmış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	1,104	4	0,276	422,587	***
Gruplar içi	0,007	10	0,001		
Toplam	1,111	14			

Tutkallanmış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Tutkallanmış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 54’de verilmiştir.

Tablo 54. Tutkallanmış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Tutkallanmış Yonga Tiplerine Ait pH Değeri (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	4,35a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	4,84b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	4,96c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	5,04d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	5,12e

### 3.4.9.2. Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri

Tutkallanmamış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri Tablo 55’de verilmiştir.

Tablo 55. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait ortalama pH değerleri (%)

Yonga Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	4,74	0,02	0,42
2	5,27	0,01	0,19
3	5,38	0,01	0,19
4	5,46	0,01	0,18
5	5,57	0,05	0,90

Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo56'da verilmiştir.

Tablo 56. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	1,249	4	0,312	571,037	***
Gruplar içi	0,005	10	0,001		
Toplam	1,254	14			

Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yükseltmelerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 57'de verilmiştir.

Tablo 57. Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değerleri üzerine ağacın farklı gövde yükseltmelerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Tutkallanmamış yonga tiplerine ait pH değeri (%)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	4,74a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	5,27b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	5,38c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	5,46d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	5,57e

### 3.5. Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi

#### 3.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü

##### 3.5.1.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)

Deneme levhalarına ait ortalama pürüzlülük değerleri Tablo 58’de verilmiştir.

Tablo 58. Deneme levhalarının ortalama pürüzlülük değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	6,64	0,29	4,37
2	8,12	0,63	7,76
3	10,03	0,59	5,88
4	11,74	0,70	5,96
5	13,33	0,40	3,00

Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 59’da verilmiştir.

Tablo 59. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	578,568	4	144,642	492,902	***
Gruplar içi	27,878	95	0,293		
Toplam	606,446	99			

Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 60’da verilmiştir.

Tablo 60. Ortalama pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Ortalama Pürüzlülük Değeri ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	6,64a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	8,12b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	10,03c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	11,74d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	13,33e

### 3.5.1.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri ( $R_y$ )

Deneme levhalarına ait en büyük pürüzlülük değerleri Tablo 61’de verilmiştir.

Tablo 61. Deneme levhalarının en büyük pürüzlülük değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	37,88	4,18	11,03
2	47,56	2,36	4,96
3	53,62	2,32	4,33
4	58,32	0,66	1,13
5	61,89	1,26	2,04

En büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 62’de verilmiştir.

Tablo 62. En büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	7187,265	4	1796,816	295,103	***
Gruplar içi	578,433	95	6,089		
Toplam	7765,698	99			

En büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. En

büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 63’de verilmiştir.

Tablo 63. En büyük pürüzlülük değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	En Büyük Pürüzlülük Değeri ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	37,88a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	47,56b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	53,62c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	58,32d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	61,89e

### 3.5.1.3. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Deneme levhalarına ait on nokta pürüzlülüğü değerleri Tablo 64’de verilmiştir.

Tablo 64. Deneme levhalarının on nokta pürüzlülüğü değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	25,59	0,98	3,83
2	30,76	1,84	5,98
3	35,57	1,86	5,23
4	40,46	0,86	2,13
5	43,30	1,19	2,75

On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 65’de verilmiştir.

Tablo 65. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	4106,914	4	1026,728	514,563	***
Gruplar içi	189,558	95	1,995		
Toplam	4296,471	99			



On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 66'da verilmiştir.

Tablo 66. On nokta pürüzlülüğü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	On Nokta Pürüzlülüğü Değeri ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	25,59a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	30,76b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	35,57c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	40,46d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	43,30e

#### 3.5.1.4. Profil Sapmasının Ortalama Karekökü ( $R_q$ )

Deneme levhalarına ait profil sapmasının ortalama karekökü değerleri Tablo 67'de verilmiştir.

Tablo 67. Deneme levhalarının profil sapmasının ortalama karekökü değerleri ( $\mu\text{m}$ )

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	8,42	0,66	7,84
2	10,45	0,55	5,26
3	12,56	0,69	5,49
4	14,38	0,73	5,08
5	16,99	0,83	4,89

Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 68'de verilmiştir.

Tablo 68. Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	890,860	4	222,715	430,616	***
Gruplar içi	49,134	95	0,517		
Toplam	939,994	99			

Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 69’da verilmiştir.

Tablo 69. Profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

Varyans Kaynakları	Profil Sapmasının Ortalama Karekökü Değeri ( $\mu\text{m}$ )
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	8,42a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	10,45b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	12,56c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	14,38d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	16,99e

### 3.5.2. İslanabilme Yeteneği (Temas Açısı)

Deneme levhalarına ait temas açısı değerleri Tablo 70’de verilmiştir.

Tablo 70. Deneme levhalarının ortalama temas açısı değerleri ( $^{\circ}$ )

Levha Tipi	$\bar{X}$	S	V
1	57,94	1,82	3,14
2	63,93	3,04	4,76
3	72,06	2,80	3,89
4	77,62	1,74	2,24
5	86,01	3,06	3,56

Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisini belirlemek için yapılan basit varyans analizi sonuçları Tablo 71’de verilmiştir.

Tablo 71. Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı gövde yüksekliklerinin etkisine ait basit varyans analizi sonuçları

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F-Hesap	Önem Derecesi
Gruplar arası	4893,384	4	1223,346	186,518	***
Gruplar içi	295,149	45	6,559		
Toplam	5188,533	49			

Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı yüksekliklerinin etkisi %0,1 yanılma olasılığı ile anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bunu takiben yapılan Newman-Keuls testi sonucu %5 hata payı ile deneme levhaların grupları arasındaki farklar önemlidir. Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları Tablo 72’de verilmiştir.

Tablo 72. Temas açısı değeri üzerine ağacın farklı gövde yükseltilerinin etkisine ait Newman-Keuls testi sonuçları

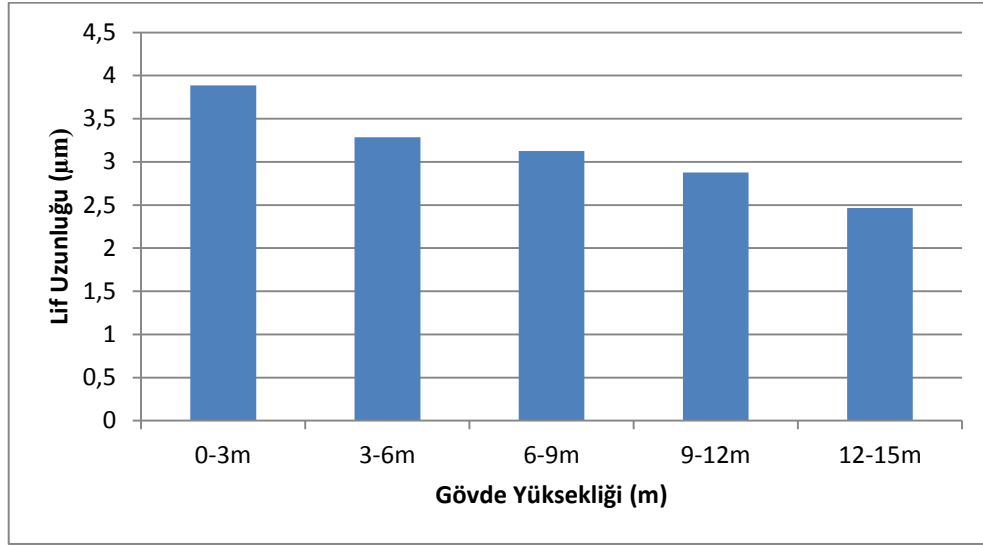
Varyans Kaynakları	Temas Açısı Değeri (°)
Ağaç gövde yükseltisi:0-3m	57,94a
Ağaç gövde yükseltisi:3-6m	63,93b
Ağaç gövde yükseltisi:6-9m	72,06c
Ağaç gövde yükseltisi:9-12m	77,62d
Ağaç gövde yükseltisi:12-15m	86,01e

## 4. TARTIŞMA

### 4.1. Anatomik Özellikler

#### 4.1.1. Lif Uzunluğu

Lif uzunluğunun gövde yüksekliği arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir. Şekil 6'da gövde yüksekliğinin lif uzunluğu üzerine etkisi gösterilmektedir.



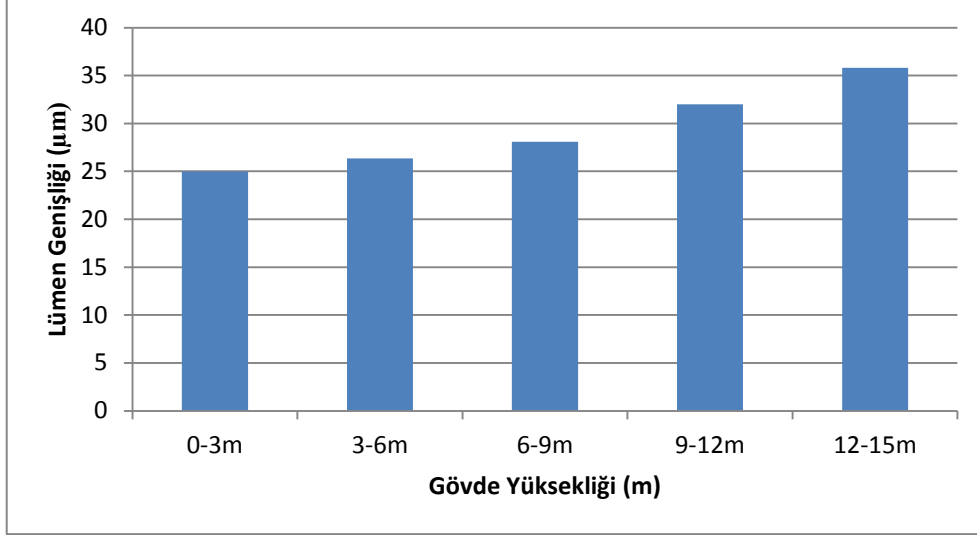
Şekil 6. Gövde yüksekliğinin lif uzunluğu üzerine etkisi

0-3m gövde yüksekliğinde lif boyu maksimum uzunlukta (3886,01µm) iken 12-15m gövde yüksekliğinde minimum uzunlukta (2465,19µm) bulunmuştur.

#### 4.1.2. Lümen Genişliği

Lümen genişliği gövde yüksekliği arttıkça artmıştır. En yüksek lümen genişliği değeri 12-15m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan (35,81µm) elde edilmiştir. En düşük lümen genişliği değeri ise 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubunda (24,99µm)

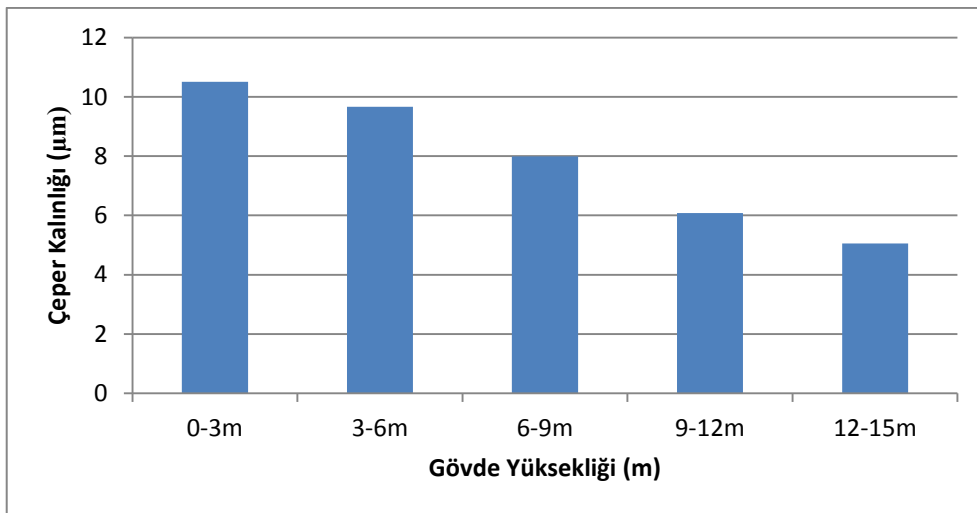
tespit edilmiştir. Şekil 7’de gövde yüksekliğinin lümen genişliği üzerine etkisi gösterilmektedir.



Şekil 7. Gövde yüksekliğinin lümen genişliği üzerine etkisi

#### 4.1.3. Çeper Kalınlığı

Çeper kalınlığı gövde yüksekliği arttıkça azalmıştır. Gövde yüksekliğinin çeper kalınlığı üzerine etkisi Şekil 8’de gösterilmiştir.



Şekil 8. Gövde yüksekliğinin çeper kalınlığı üzerine etkisi

En yüksek çeper kalınlığı değeri (10,51 $\mu$ m) 0-3m gövde yüksekliğinden alınan örnek grubuna ait iken en düşük çeper kalınlığı değerinin (5,05 $\mu$ m) 12-15m gövde yüksekliğinden alınan örnek grubuna ait olduğu tespit edilmiştir.

## **4.2. Fiziksel Özellikler**

### **4.2.1. Özgül Ağırlık**

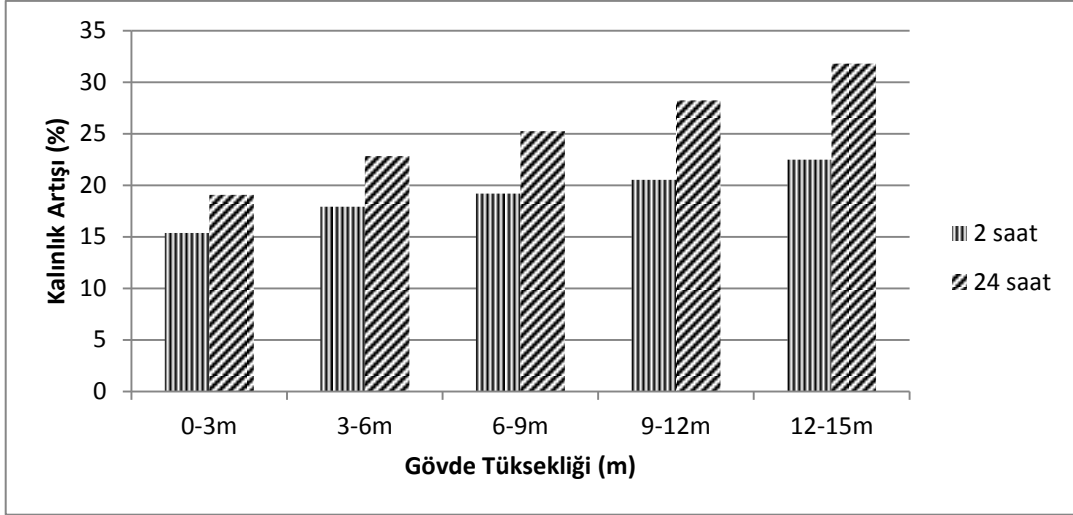
Yapılan çalışmada 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğinden alınan örnek gruplarından üretilen deneme levhalarına ait özgül ağırlık değerleri yaklaşık 0,65gr/cm<sup>3</sup> olarak elde edilmiştir.

### **4.2.2. Rutubet Miktarı**

Elde ettiğimiz verilerde 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliklerinden alınan yongalardan üretilen levhalara ait rutubet miktarları sırasıyla %9,36, %9,39, %9,41, %9,46 ve %9,49'dur.

### **4.2.3. Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)**

Elde edilen veriler kalınlık artışı değerlerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığını göstermektedir. Ağacın 12-15m gövde yüksekliğinden alınan örneklerden elde edilen yongalevhaların kalınlık artışı değerleri en yüksek iken 0-3m gövde yüksekliğinden alınan örneklerle üretilen levhalarda en düşük değerde olduğu gözlenmiştir. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun örneğinin alındığı yüksekliğe göre elde edilen kalınlık artışı değerleri Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Gövde yüksekliğinin kalınlık artışı üzerine etkisi

Şekilde de görüldüğü üzere en yüksek kalınlık artışı değerleri (2 saat için %22,46, 24 saat için ise %31,80) ağaç gövdesinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük kalınlık artışı değerleri de (2 saat için 15,36, 24 saat için ise 19,06) ağaç gövde yüksekliğinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

Kalınlık artışı değerinin yükselmesi su difüzyonunun arttığını göstermektedir. Gövde yüksekliği arttıkça su difüzyonunun artması ağaç gövde yüksekliği arttıkça lignin miktarının azalmasına ve hemiselüloz miktarının artmasına (Şekil 19) bağlanabilir. Gövde yüksekliği arttıkça alınan odun örneklerinin alkol-benzen, sıcak su, soğuk su ve %1'lik NaOH çözünürlüklerinin azalması (Şekil 17) ekstraktif madde oranının azalmasından kaynaklanabilir. Bu nedenle kalınlık artışı miktarının gövde yüksekliği arttıkça artması ekstraktif madde miktarının azalmasına bağlanabilir.

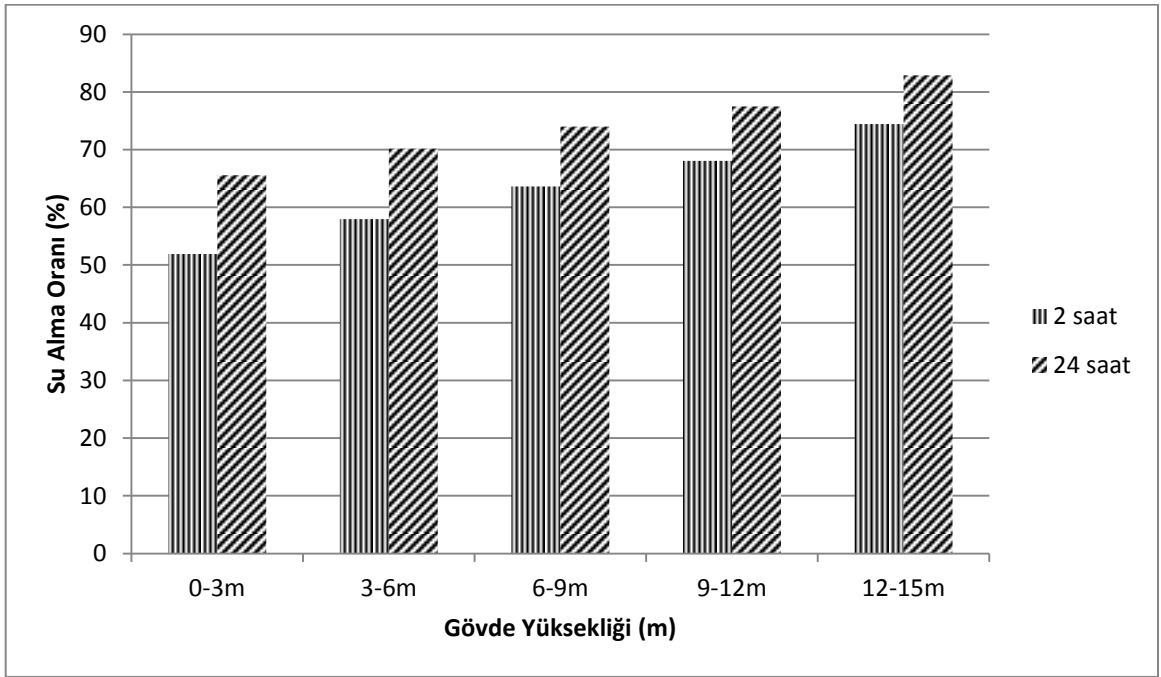
Odunda yapışma için en iyi pH değeri 4-5 arasındadır. Üre formaldehit tutkalı asidik koşullarda sertleştiğinden pH değerinin 4 seviyelerinde olması arzu edilir (Akyüz vd., 2010). Yapılan çalışmalar sonucu gövde yüksekliği arttıkça pH değerinin arttığı ve hatta 9m ve üzerindeki gövde yüksekliğinde uygun pH değeri olarak kabul edilen 5'in üzerine çıktığı (9-12m'de 5,04, 12-15m'de 5,12) tespit edilmiştir.

Gövde yüksekliği arttıkça yüzey pürüzlülüğünün artması yongalar arasındaki yapışmayı olumsuz etkilemekte ve suyun levha içerisini difüzyonunu kolaylaştırmaktadır. Böylece yüzey pürüzlülüğü değerinin en düşük tespit edildiği (Tablo 58, Tablo 61, Tablo 64 ve Tablo 67) 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubunda kalınlık artışı en düşük

değerde çıkmasına neden olmuş ve yüzey pürüzlülüğü değerleri arttıkça bu doğrultuda kalınlık artış miktarının da artmasına sebebiyet vermiş olabilir.

#### 4.2.4. Su Alma Oranı

Su alma oranı, gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun örneklerinin alındığı yüksekliğe göre elde edilen su alma oranları Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Gövde yüksekliğinin su alma oranı üzerine etkisi

Odunda bulunan ekstraktif maddeler su itici özellik taşıdığından su alma oranını azaltır. Yapılan çalışmada da en yüksek su alma oranları (2 saat için %74,44, 24 saat için ise 82,85) ağaç gövdesinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir. En düşük su alma oranları ise (2 saat için 51,92, 24 saat için ise 65,57) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda gözlenmiştir. Su alma oranının en düşük tespit edildiği 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubunda ekstraktif madde miktarının en yüksek seviyede (Şekil 14, Şekil 15, Şekil 16 ve Şekil 17) olmasına bağlanabilir.



Hemiselülozlar genel olarak amorf yapıda olduğundan üzerlerinde bulunan serbest hidroksil gruplarına su molekülleri kolayca bağlanabildiğinden, hemiselüloz miktarı fazla olan grupların su alma oranı fazla çıkmış olabilir. Ayrıca odunda bulunan diğer bileşen lignin hidrofobik bir madde olduğundan yongaya su itici özellikler kazandırdığından su alma oranını azaltmış olabilir.

0-3 metre yükseklikten alınan odun örneklerinden elde edilen yongaların tutkallanması sonucu pH değeri 4,35 iken, 12-15 metre yükseklikten elde edilenlerde ise 5,12 olduğu belirlenmiştir. Akyüz'e (2010) göre üre formaldehit tutkalının yapışması için en uygun pH değeri 4-5 arasındadır. Buna göre 0-3m gövde yüksekliğinden üretilen yongalevhelerde daha iyi bir yapışma olacağından, sıkı bir yapı oluşmuş ve suyun levha içine difüzyonu azalmış ve dolayısıyla su alma oranı daha az çıkmış olabilir.

Yapılan çalışmada yüzey pürüzlülüğü değerlerinin gövde yüksekliği arttıkça arttığı gözlemlenmiştir (Tablo 58, Tablo 61, Tablo 64 ve Tablo 67). Yüzey pürüzlülüğünün artması yongalar arasındaki yapışmayı olumsuz etkilediği bilinmektedir. Su alma oranının 12-15m gövde yüksekliğinde en yüksek oranda çıkmasının nedeni yüzey pürüzlülüğünün en yüksek değerde bu örnek grubuna ait olmasına ve böylece suyun levha içerisine difüzyonunun en yüksek oranda bu örnek grubuna ait levhalarda gerçekleşmesine neden olmuş olabilir.

### **4.3. Mekanik Özellikler**

#### **4.3.1. Eğilme Direnci**

Bu çalışmada eğilme direnci değerleri üzerinde gövde yüksekliğindeki artışın etkili olduğu ve gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azaldığı görülmüştür. En yüksek eğilme direnci değeri ( $14,38\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değeri de ( $10,27\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

Uzun liflere sahip ağaç türlerinden üretilen yongalevhalar, kısa lifli ağaç türlerinden üretilen yongalevhalara göre mekanik dirençleri daha yüksektir (Baharoğlu, 2010). Bu nedenle 0-3m gövde yüksekliğinden üretilen yongalevhaların eğilme direnç değeri yüksek çıkmış olabilir (Tablo 2).

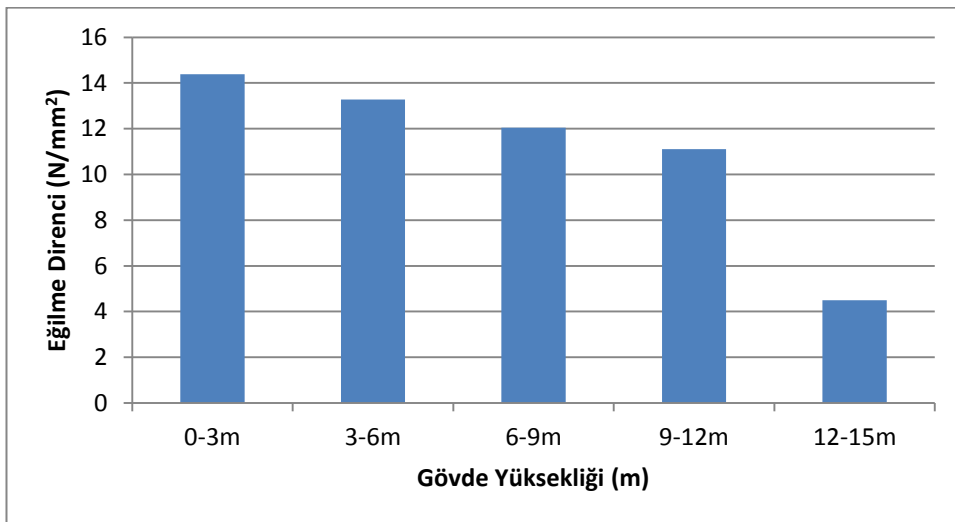
Lif çeper kalınlığının azalması mekanik direnç özelliklerini düşüren bir faktördür. Çeper kalınlığı yüksek olan ağaç türlerine ait levhalar daha yüksek mekanik direnç özelliklerine sahiptirler. Yapılan çalışmada Tablo 8’de görüldüğü üzere gövde yüksekliği arttıkça azalmakta ve çeper kalınlığının azalması direnç özelliklerinin gövde yüksekliği arttıkça düşmesine sebep olmuş olabilir.

Selüloz ve lignin odunun mekanik direnç özelliklerini arttıran yapısal bileşiklerdir. Tablo 46 ve Tablo 49’da görüldüğü üzere gövde yüksekliği arttıkça selüloz ve lignin miktarları düşüş göstermektedir. Bu nedenle gövde yüksekliği arttıkça eğilme direnci değerlerindeki düşüş azalan selüloz ve lignin miktarına bağlanabilir.

Odunda bulunan bir diğer bileşen hemiselülozun amorf yapıda olmasından dolayı yongalevhaların mekanik direnç özelliklerinin düşmesine neden olmaktadır. Tablo 43’de görüldüğü gibi gövde yüksekliği arttıkça artan hemiselüloz miktarı, elde edilen yongalevhaların direnç özelliklerinin düşmesine neden olabilir.

Eğilme direncinin 12-15m gövde yüksekliğinde en düşük seviyede çıkması iğne yapraklı ağaçlarda gövde yüksekliği arttıkça azalan özgül ağırlığa bağlanabilir (Örs, 1980). Özgül ağırlık değeri azaldıkça gösterilen mekanik direnç özellikleri düştüğü için en düşük eğilme direnci değeri 12-15m gövde yüksekliğinde çıkmış olmasına bağlanabilir.

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun örneklerinin alındığı yüksekliğe göre elde edilen eğilme direnci değerleri Şekil 11’de verilmiştir.



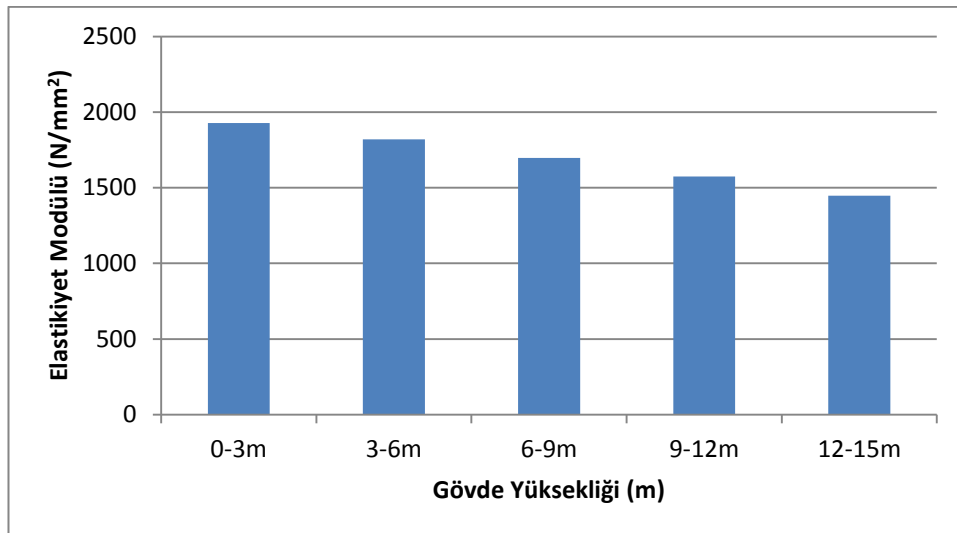
Şekil 11. Gövde yüksekliğinin eğilme direnci üzerine etkisi

Ayrıca gövde yüksekliği arttıkça pH değerindeki artış da en düşük eğilme direncinin 12-15m gövde yüksekliğinde elde edilmesine neden olmuş olabilir. İyi bir yapışma için gerekli olan pH değeri 4-5 değerleri arasındadır. Yapılan bu çalışmada gövde yüksekliği arttıkça pH değerinin arttığı, Tablo 52’de görüldüğü gibi 9m ve üzerinde 5 üzerine çıktığı gözlemlenmiştir. Bu nedenle eğilme direnci değerinin gövde yüksekliği arttıkça düşmesi pH değerindeki artışa bağlanabilir (Akyüz, 2010).

Yüzey pürüzlülüğünün artması yapışmayı olumsuz etkilediğinden mekanik özelliklerde düşüşe neden olur (Sarı, 2010). Tablo58, Tablo 61, Tablo 64 ve Tablo 67’de elde edilen yüzey pürüzlülüğü değerleri incelendiğinde 0-3m gövde yüksekliğinde en az, 12-15m gövde yüksekliğinde ise en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir. Yüzey pürüzlülüğü değerinin gövde yüksekliği arttıkça yongalar arasındaki bağların zayıflaması eğilme direnci değerlerinin gövde yüksekliği arttıkça düşmesine neden olmuş olabilir.

#### 4.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun örneklerinin alındığı yüksekliğe göre elde edilen eğilmede elastikiyet modülü değerleri Şekil 12’de verilmiştir.



Şekil 12. Gövde yüksekliğinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ( $1927,69\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri de ( $1446,99\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

Mekanik direnç özelliklerinin iyileşmesi pH değerinin 4-5 arasında olmasına, odunun selüloz ve lignin miktarının yüksek olmasına, hemiselüloz miktarının az olmasına, lif boylarının uzun ve liflerin çeper kalınlıklarının fazla olmasına bağlıdır. Ayrıca yüzey pürüzlülüğü değerlerinin düşük olması da mekanik direnç özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir.

Hemiselüloz miktarı direnç özelliklerini olumsuz etkileyen bir faktördür. 12-15m gövde yüksekliğinde hemiselüloz miktarının yüksek olduğu (Tablo 43) gözlenmiş olup bu yükseklikten üretilen yongalevhalarla ait eğilmede elastikiyet modülü direncinin en düşük değerde olduğu (Tablo 22) tespit edilmiştir. Bu nedenle hemiselüloz miktarı eğilmede elastikiyet modülü değerlerini düşürmüş olabilir.

Selüloz ve lignin miktarı odundaki mekanik direnç özelliklerini arttırmaktadır. 0-3m gövde yüksekliğinde elastikiyet modülü değerleri yüksek çıkmıştır. Gövde yüksekliği arttıkça mekanik özelliklerinin azalması azalan lignin ve selüloz miktarına bağlanabilir.

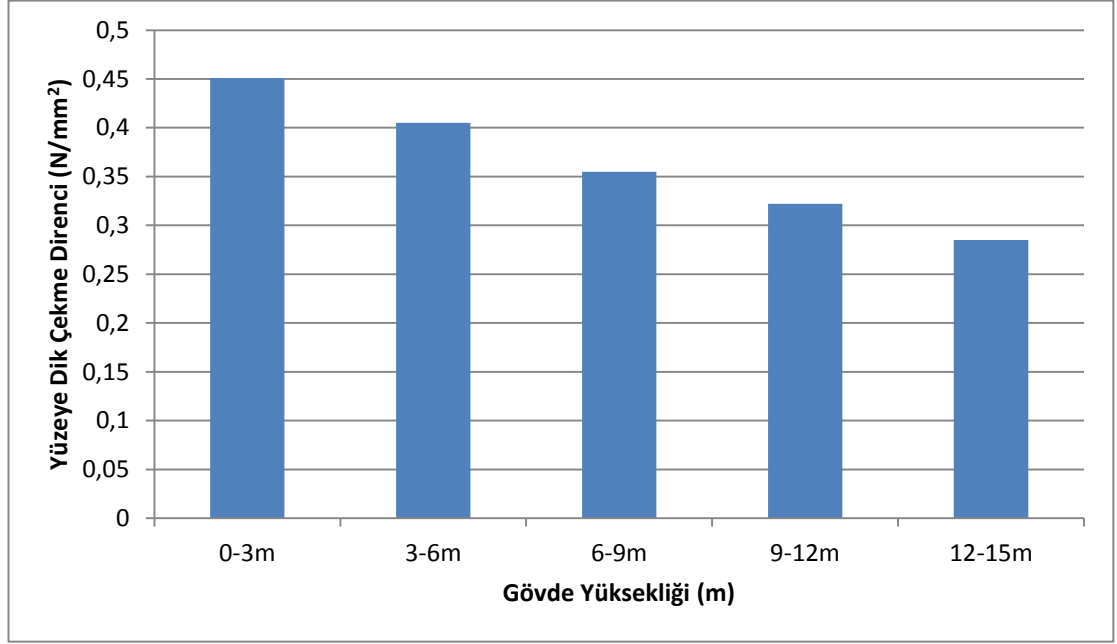
Kısa liflere sahip ağaç türlerine göre uzun liflere sahip olan ağaç türlerinden üretilen yongalevhaların mekanik direnç değerleri daha yüksek çıkmaktadır (Baharoğlu, 2010). Elde edilen bulgularda 0-3m gövde yüksekliğindeki lif uzunluğunun en yüksek değerde (Tablo 2) olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen elastikiyet modülü değerleri yüksek çıkmış olabilir.

0-3m gövde yüksekliğinde çeper kalınlığı değerleri yüksektir. Çeper kalınlığı mekanik direnç özelliklerini iyileştirdiğinden çeper kalınlığının fazla olması 0-3m gövde yüksekliğinden üretilen yongalevhalarla eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir.

12-15m gövde yüksekliğinden üretilen yongalevhaların eğilmede elastikiyet modülü 0-3m gövde yüksekliğinden üretilen yongalevhalarla göre düşük çıkmıştır (Tablo 22). Özgül ağırlık değerleri iğne yapraklı ağaçlarda gövde yüksekliği arttıkça azalmaktadır. Özgül ağırlığın azalması yongalama işleminde odun yongalarının kesilmeden kopmasına ve pürüzlü yüzey elde edilmesine neden olmaktadır. Yüzey pürüzlülüğünün artışı yapışmayı olumsuz etkilediğinden direnç özelliklerinin düşmesine neden olmuş olabilir.

### 4.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direncinde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun örneklerinin alındığı yüksekliğe göre elde edilen yüzeye dik çekme direnci değerleri Şekil 13’de verilmiştir.



Şekil 13. Gövde yüksekliğinin yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi

En düşük yüzeye dik çekme direnci değeri elde edilen 12-15m gövde yüksekliğinde de genel kullanım amacı için gerekli standart değerleri taşıdığı görülmektedir. En iyi yüzeye dik çekme direnci değeri ise 0-3m yüksekliğinden elde edilmektedir.

Oduna ait pH değeri yapıştırma işleminde çok önemli bir faktördür. Odunun pH değeri ile yapıştırıcının reaksiyon oranı, sertleşme süresi ve polimerizasyon derecesi değişebilmektedir. Üre formaldehit tutkalı kullanımında odunun pH derecesinin iyi bir yapışma için 4 ile 5 arasında olması istenmektedir (Göker ve Akbulut, 1992). Elde edilen verilerde pH değerinin gövde yüksekliği arttıkça arttığı ve 12-15m gövde yüksekliğinde 5’in üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Bu nedenle yapışma olumsuz etkilenmiş ve yüzeye dik çekme direncinde azalmaya sebebiyet vermiş olabilir.

Özgül ağırlık değerinin artması yüzeye dik çekme direncini arttırmaktadır. Özgül ağırlığın artması ile tutkal yapışma gücü artmakta ve yongalar arasında iyi temas

sağlamaktadır (Özen, 1981). En yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ( $0,45\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük yüzeye dik çekme direnci değeri de ( $0,285\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğündeki artış yüzeye dik çekme direncinin düşmesine neden olabilmektedir (Sarı, 2010). Elde edilen verilere göre gövde yüksekliği arttıkça yüzey pürüzlülüğü değerleri (Tablo 58, Tablo 61, Tablo 64 ve Tablo 67) artmaktadır. Gövde yüksekliği arttıkça yüzey pürüzlülüğünün artması, yüzey enerjisinin azalmasına ve böylece zayıf bağların oluşmasına neden olmaktadır (Christiansen, 1990; Güler, 1996). Bu nedenle gövde yüksekliği arttıkça yüzeye dik çekme direncinde azalma görülmüş olabilir.

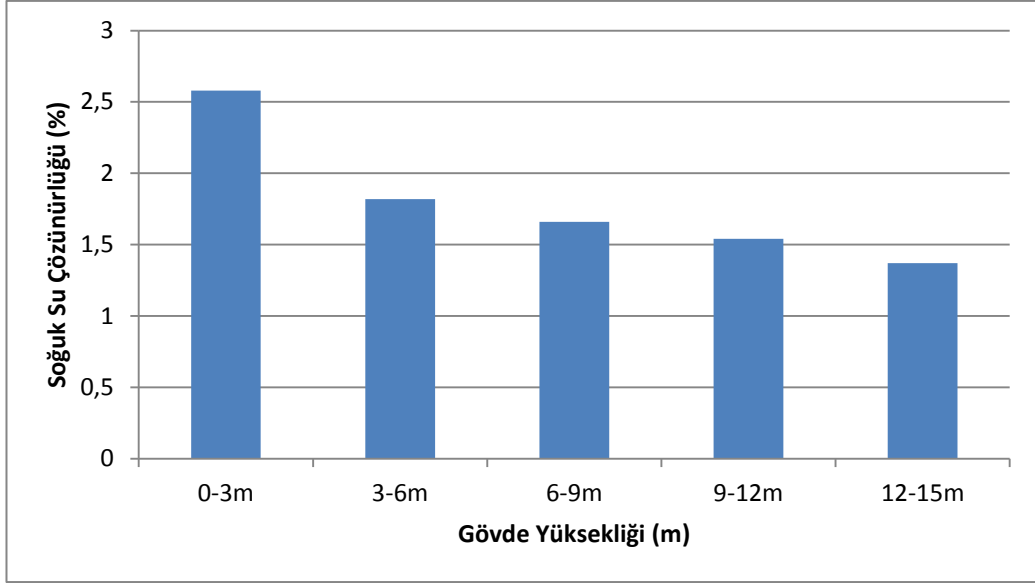
Odunda bulunan selüloz ve lignin miktarı üretilen levhaların mekanik direnç özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Selüloz ve lignin miktarının gövde yüksekliği azaldıkça artış göstermesi yüzeye dik çekme direncinin 0-3m yüksekliğinde en yüksek değerde çıkmasına neden olmuş olabilir. Gövde yüksekliği arttıkça selüloz ile lignin miktarlarındaki azalış yüzeye dik çekme direncinin de düşmesine bağlanabilir.

Odunda bulunan hemiselüloz miktarı direnç özelliklerinin düşmesine neden olmaktadır. 12-15m gövde yüksekliğinde hemiselüloz miktarının en yüksek değerde olduğu (Tablo 43) ve yüzeye dik çekme direncinin en düşük bu gövde yüksekliğinden elde edilen yongalarla üretilen deneme levhalarında olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle gövde yüksekliği arttıkça artan hemiselüloz miktarı yüzeye dik çekme direncinin düşmesinin nedeni olabilir.

#### **4.4. Yongaların Kimyasal Analizi**

##### **4.4.1. Soğuk Su Çözünürlüğü**

Soğuk su çözünürlüğünde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen soğuk su çözünürlüğü değerleri Şekil 14'de verilmiştir.

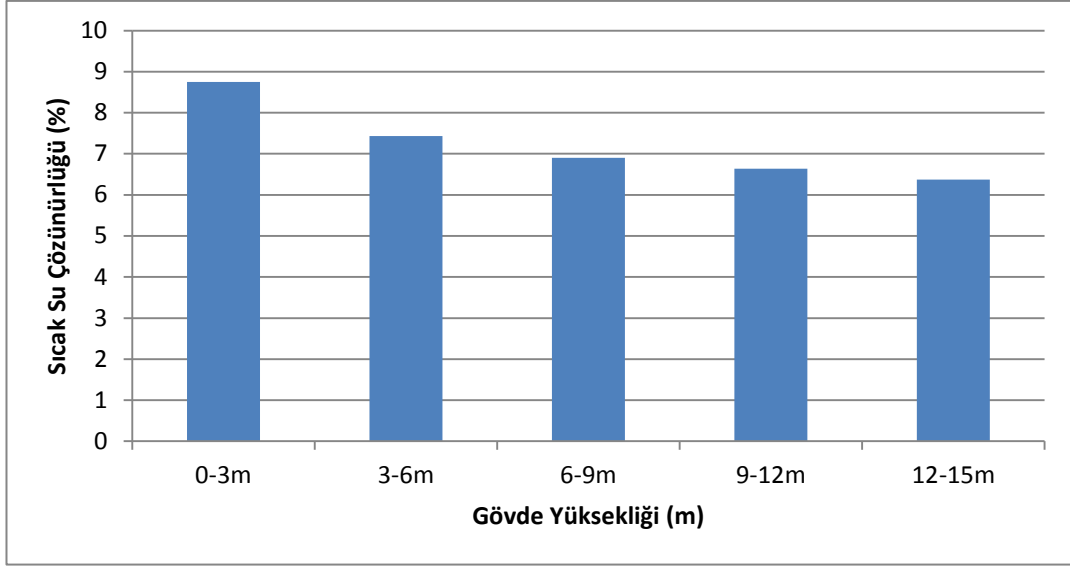


Şekil 14. Gövde yüksekliğinin soğuk su çözünürlüğü üzerine etkisi

En yüksek soğuk su çözünürlüğü değeri (2,58%) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük soğuk su çözünürlüğü değeri de (1,37%) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.2. Sıcak Su Çözünürlüğü

Yapılan çalışmalarda sıcak su çözünürlüğü üzerinde gövde yüksekliğindeki artışın etkili olduğu ve gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azaldığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen sıcak su çözünürlüğü değerleri Şekil 15’de verilmiştir.



Şekil 15. Gövde yüksekliğinin sıcak su çözünürlüğü üzerine etkisi

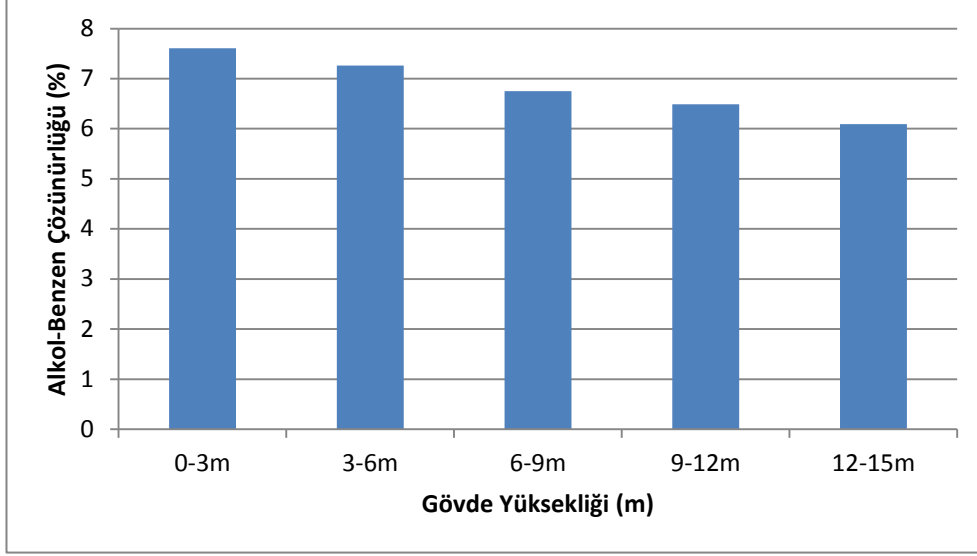
En yüksek sıcak su çözünürlüğü değeri (8,75%) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük sıcak su çözünürlüğü değeri de (6,37%) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Elde edilen bu veriler sonucu sıcak suda çözünebilen ekstraktiflerin 0-3m gövde yüksekliğinde daha yüksek olduğu görülmektedir.

#### 4.4.3. Alkol-Benzen Çözünürlüğü

Alkol benzen çözünürlüğünün gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azaldığı görülmüştür. En yüksek alkol-benzen çözünürlüğü değeri (%7,61) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük alkol-benzen çözünürlüğü değeri de (%6,09) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Alkol-benzen çözünürlüğünün 0-3m yüksekliğinde yüksek olması bu gövde yüksekliğinde ekstraktif madde miktarının daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen alkol-benzen çözünürlüğü değerleri Şekil 16'da verilmiştir.

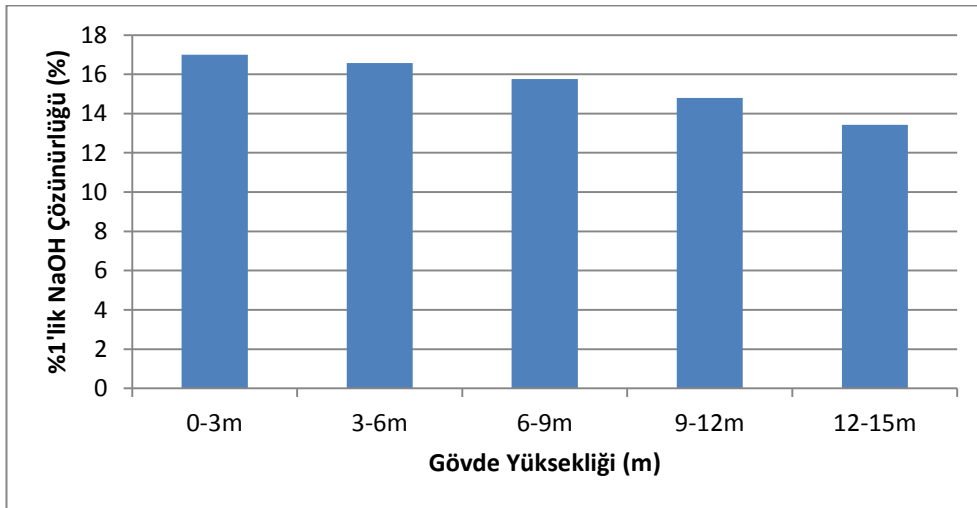




Şekil 16. Gövde yüksekliğinin alkol-benzen çözünürlüğü üzerine etkisi

#### 4.4.4. %1'lik NaOH Çözünürlüğü

%1'lik NaOH çözünürlüğünde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri Şekil 17'de verilmiştir.



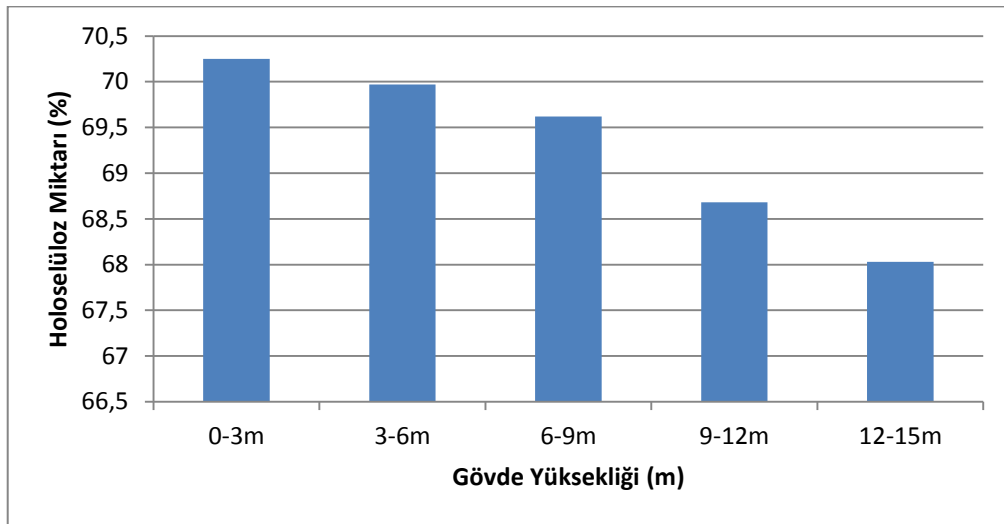
Şekil 17. Gövde yüksekliğinin %1'lik NaOH çözünürlüğü üzerine etkisi

En yüksek %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%17,00) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri de (%13,42) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

Literatür bilgilerinde %1'lik NaOH çözünürlüğünün sert odunlarda %14-20, yumuşak odunlarda %9-16 arasında değiştiği yer almaktadır. Elde edilen bulgular literatür bilgileri ile uyumlu olup en yüksek %1'lik NaOH çözünürlük değerinin 0-3m gövde yüksekliğinde %17 olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durum %1'lik NaOH'ta çözülebilen ekstraktif madde miktarının 0-3m gövde yüksekliğinde en yüksek değerde olduğunu göstermektedir.

#### 4.4.5. Holoselüloz Tayini

Holoselüloz miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen holoselüloz miktarları Şekil 18'de verilmiştir.

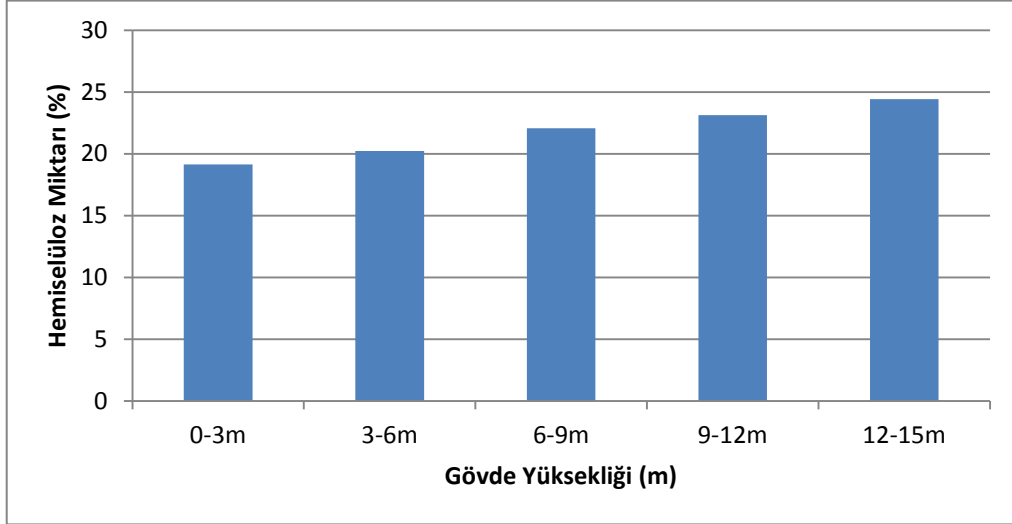


Şekil 18. Gövde yüksekliğinin holoselüloz miktarı üzerine etkisi

En yüksek holoselüloz miktarı (%70,25) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük holoselüloz miktarı da (%68,03) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.6. Hemiselüloz Tayini

Hemiselüloz miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen hemiselüloz miktarları Şekil 19'da verilmiştir.

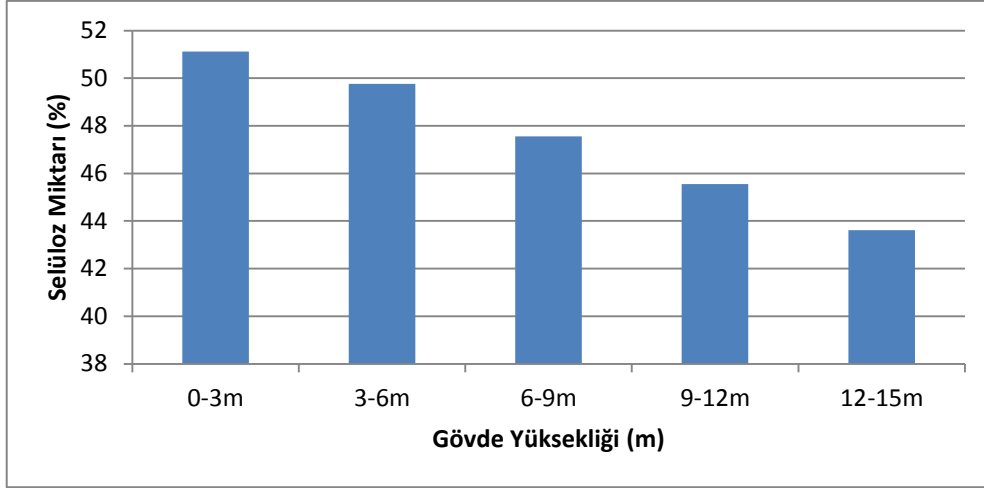


Şekil 19.Gövde yüksekliğinin hemiselüloz miktarı üzerine etkisi

En düşük hemiselüloz miktarı (%19,13) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek hemiselüloz miktarı da (%24,41) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.7. Selüloz Tayini

Selüloz miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen selüloz miktarları Şekil 20'de verilmiştir.

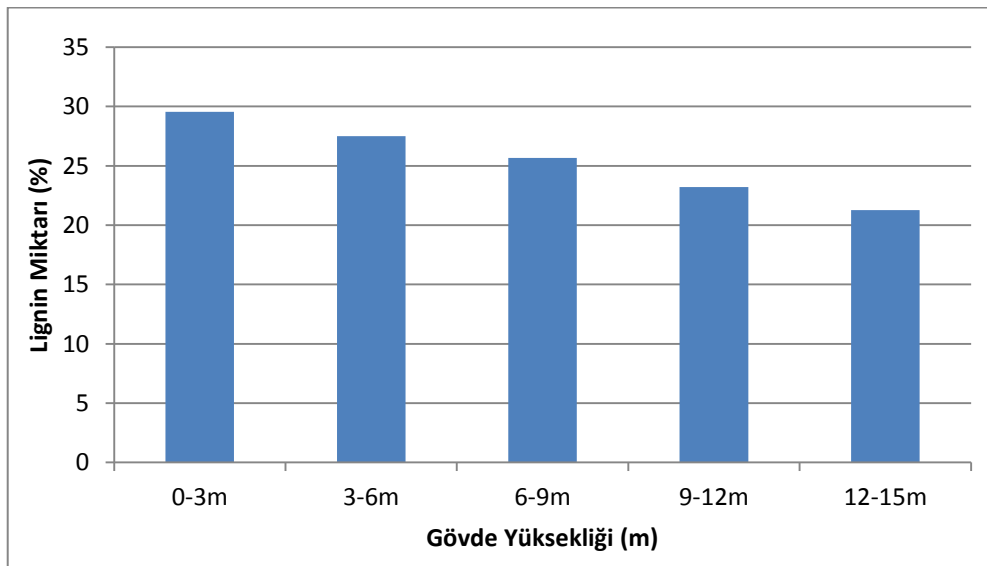


Şekil 20. Gövde yüksekliğinin selüloz miktarı üzerine etkisi

En yüksek selüloz miktarı (%51,12) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük selüloz miktarı da (%43,62) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.8. Lignin Tayini

Lignin miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen lignin miktarları Şekil 21’de verilmiştir.



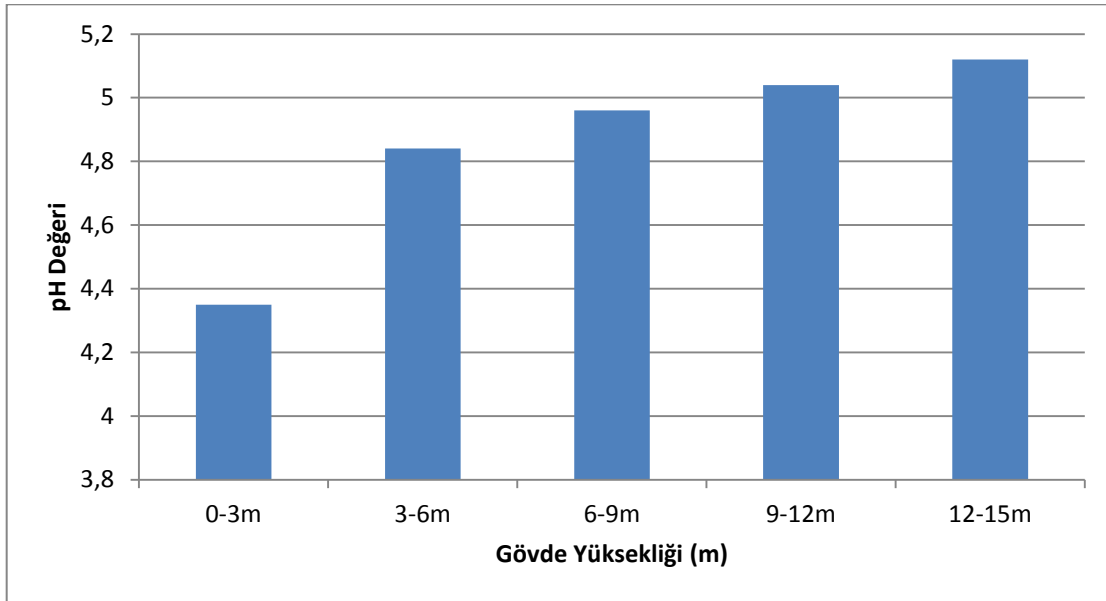
Şekil 21. Gövde yüksekliğinin lignin miktarı üzerine etkisi

En yüksek lignin miktarı (%29,54) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük lignin miktarı da (%21,28) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.9. pH

##### 4.4.9.1. Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri

Tutkallanmış yongalarda pH değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen pH değeri Şekil 22’de verilmiştir.

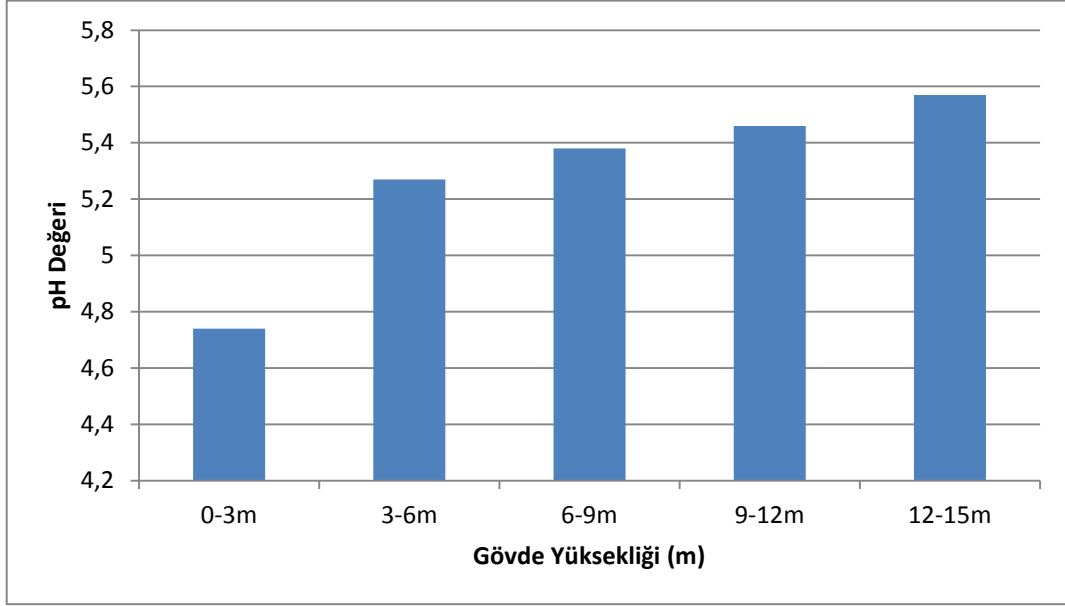


Şekil 22. Gövde yüksekliğinin tutkallanmış yongalara ait pH değeri üzerine etkisi

En düşük pH değeri (%4,35) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri de (%5,12) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

#### 4.4.9.2. Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri

Tutkallanmamış yongalarda pH değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen pH değeri Şekil 23'de verilmiştir.



Şekil 23. Gövde yüksekliğinin tutkallanmamış yongalara ait pH değeri üzerine etkisi

En düşük pH değeri (%4,74) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri de (%5,57) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

Elde edilen değerler tutkallanmış yongalara ait pH değerleri ile karşılaştırıldığında tutkallanmış yongalarda pH değerinin düştüğü görülmektedir. 0-3m gövde yüksekliğinde tutkallanmamış yongalarda %4,74 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri % 4,35'e, 3-6m gövde yüksekliğinde tutkallanmamış yongalarda %5,27 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri % 4,84'e düşmüştür. 6-9m gövde yüksekliğinde tutkallanmamış yongalarda %5,38 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %4,96'e, 9-12m gövde yüksekliğinde tutkallanmamış yongalarda %5,46 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %5,04'e düşmüştür. 12-15m gövde yüksekliğinde ise tutkallanmamış yongalarda %5,57 iken tutkallanmış yongalarda pH değeri %5,12'e düşmüştür. Her bir grupta tutkallanmış

yongalara ait pH değerinin tutkallanmamış yongalara ait pH değerine göre yaklaşık %8 oranında düşük olduğu tespit edilmiştir.

#### **4.5. Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi**

##### **4.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü**

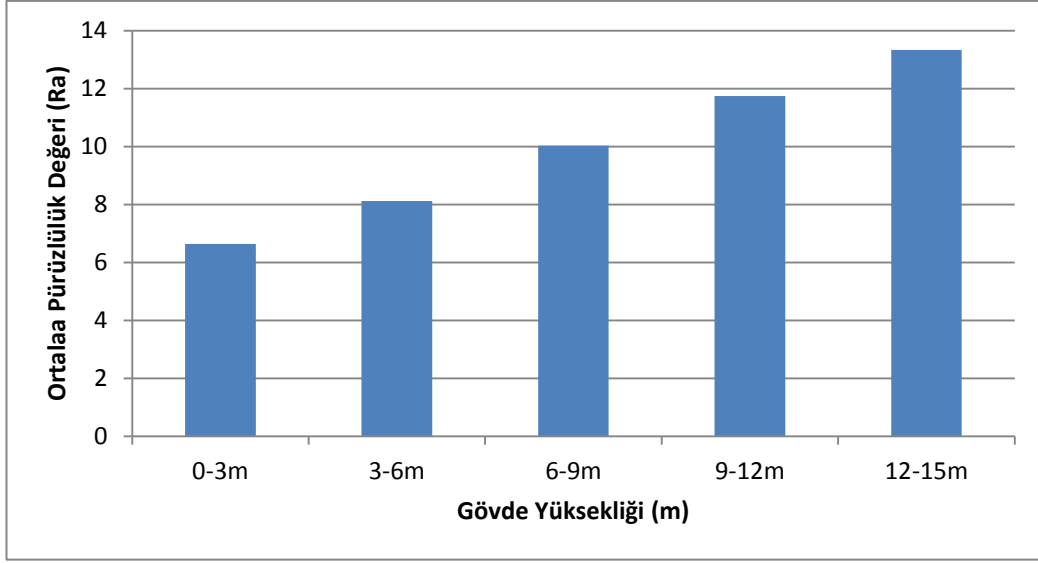
Liflerin uzun olması yüzey pürüzlülüğünü olumlu etkilemektedir. Yüzey pürüzlülüğünün en az değerinde elde edildiği 0-3m gövde yüksekliğinde lif uzunluğu en yüksek değerinde (Tablo 2) çıkmıştır.

İğne yapraklı ağaçlarda gövde yüksekliği arttıkça yoğunluk azalmaktadır. Yoğunluğun düşmesi yongalama esnasında ağacın bıçağa dayanım gösterememesi ve odun yongalarında kesilmeden kopması anlamına gelmektedir. Elde edilen verilere göre 12-15m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan üretilen levhalarda yüzey pürüzlülüğü en yüksek değerinde çıkmıştır. En düşük yüzey pürüzlülüğü değerinin elde edildiği 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubu levhalarından sonra gövde yüksekliği arttıkça yüzey pürüzlülüğü artış göstermektedir. Bu durum gövde yüksekliği arttıkça azalan yoğunluğa bağlanabilir.

Yüzey pürüzlülüğünü etkileyen bir diğer faktör ise odunun pH değeridir. pH değerinin iyi bir yapışma için 4-5 arasında olması istenirken bu değerlere sahip odunla üretilen levhalarda iyi bir yapışma elde edilmekte ve iyi yapışma yüzey pürüzlülüğü değerlerini olumlu yönde etkilemektedir. Elde edilen verilerde pH değerinin 9m ve üzerinde 5'in üzerine çıktığı gözlenmiştir (Tablo 52). Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin en yüksek 12-15m gövde yüksekliğinden alınan örnek grubuna aittir (Tablo 58, Tablo 61, Tablo 64 ve Tablo 67). Yapışmayı ve dolayısıyla yüzey pürüzlülüğünü olumsuz etkileyen pH değeri, yüzey pürüzlülüğünün artmasına neden olmuş olabilir.

##### **4.5.1.1. Ortalama Pürüzlülük Değeri (Ra)**

Deneme levhalarında ortalama pürüzlülük değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen ortalama pürüzlülük değeri Şekil 24'de verilmiştir.



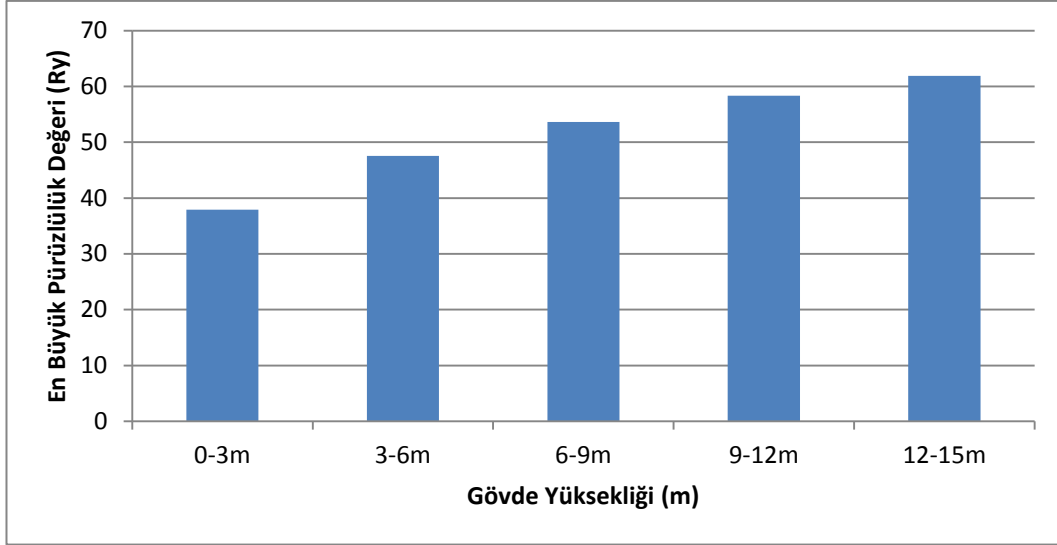
Şekil 24. Gövde yüksekliğinin ortalama pürüzlülük değeri üzerine etkisi

En düşük ortalama pürüzlülük değeri ( $6,64\mu\text{m}$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir. En yüksek ortalama pürüzlülük değeri de ( $13,33\mu\text{m}$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir.

#### 4.5.1.2. En Büyük Pürüzlülük Değeri ( $R_y$ )

Deneme levhalarında en büyük pürüzlülük değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen en büyük pürüzlülük değeri Şekil 25’de verilmiştir.



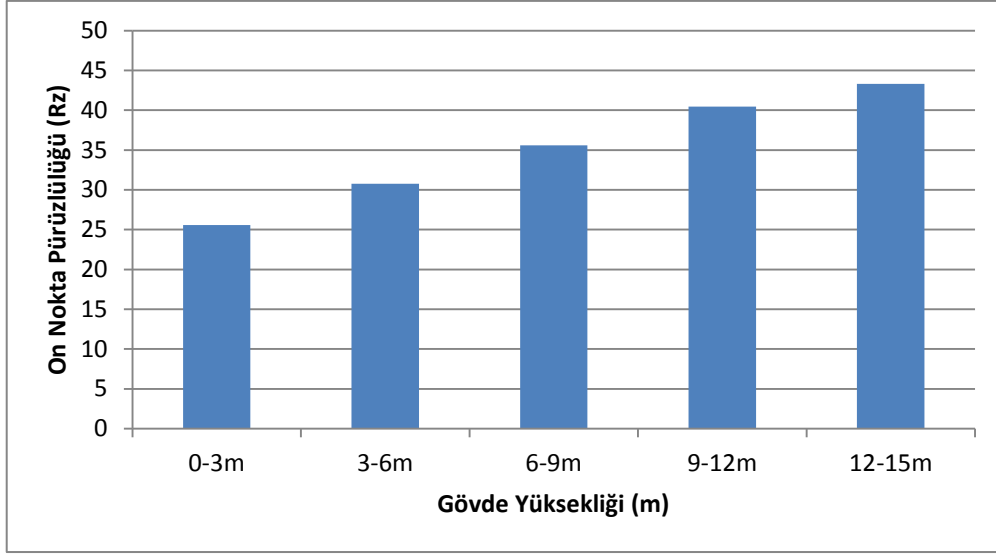


Şekil 25. Gövde yüksekliğinin en büyük pürüzlülük değeri üzerine etkisi

En düşük değer olarak en büyük pürüzlülük değeri ( $37,88\mu\text{m}$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir. En yüksek değer olarak en büyük pürüzlülük değeri de ( $61,89\mu\text{m}$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir.

#### 4.5.1.3. On Nokta Pürüzlülüğü (Rz)

Deneme levhalarında on nokta pürüzlülüğünün değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen on nokta pürüzlülüğü değeri Şekil 26'da verilmiştir.

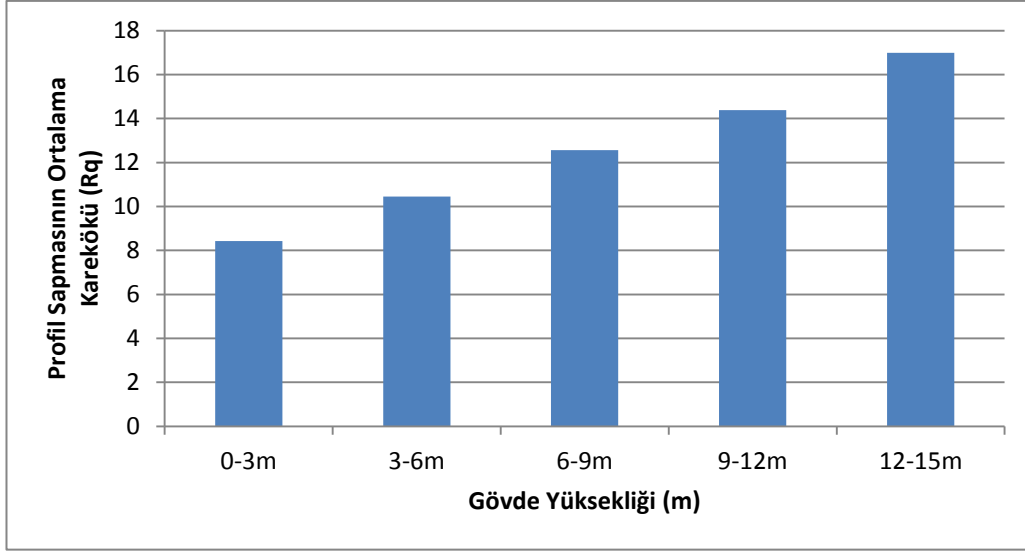


Şekil 26. Gövde yüksekliğinin on nokta pürüzlülüğü değeri üzerine etkisi

En düşük on nokta pürüzlülüğü değeri ( $25,59\mu\text{m}$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir. En yüksek on nokta pürüzlülüğü değeri de ( $43,30\mu\text{m}$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir.

#### 4.5.1.4. Profil Sapmasının Ortalama Karekökü ( $R_q$ )

Deneme levhalarında profil sapmasının ortalama karekökü değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen levhalardaki profil sapması ortalama karekökü değeri Şekil 27’de verilmiştir.

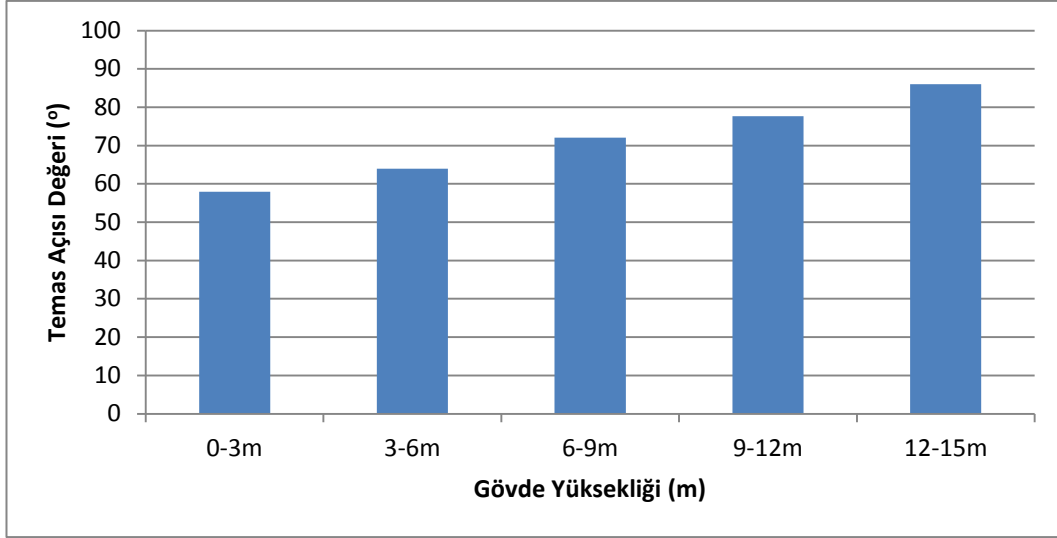


Şekil 27. Gövde yüksekliğinin profil sapmasının ortalama karekökü değeri üzerine etkisi

En düşük profil sapmasının ortalama karekökü değeri ( $8,42\mu\text{m}$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir. En yüksek profil sapmasının ortalama karekökü değeri de ( $16,99\mu\text{m}$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir.

#### 4.5.2. İslanabilme Yeteneği (temas açısı)

Deneme levhalarında temas açısı değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların alındığı yüksekliğe göre elde edilen levhalardaki temas açısı değeri Şekil 28’de verilmiştir.



Şekil 28. Gövde yüksekliğinin temas açısı değeri üzerine etkisi

En düşük temas açısı değeri ( $57,94^{\circ}$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir. En yüksek temas açısı değeri de ( $86,01^{\circ}$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden üretilen levhalarda elde edilmiştir.

Odunda bulunan ekstraktif maddeler ıslanabilme etkisi üzerine birçok araştırma yapılarak temas açısını etkilediği ortaya koyulmuş ve ekstraktif maddeler uzaklaştırıldıkça ıslanabilme yeteneği arttığı belirlenmiştir (Aydın, 2011). Ekstraktif madde miktarının en yüksek belirlendiği 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen levhaların ıslanabilme yeteneği en düşük seviyede olduğu görülmektedir. 12-15m gövde yüksekliğinde ise ekstraktif madde miktarı en düşük seviyede olduğu tespit edilmiştir.

Yüzey pürüzlülüğü temas açısı değerlerini etkilemektedir. Levha yüzeyi üzerinde ölçülen temas açısı değeri  $80^{\circ}$ 'nin üstünde yüzey pürüzlülüğü arttıkça temas açısı değeri yükselmektedir (Buscher vd., 1983; Onda, vd., 1996; Aydın, 2003). Yapılan bu çalışmada 12-15m gövde yükseltisinden elde edilen levhadaki temas açısı değeri  $86,01^{\circ}$ 'dir. Temas açısı değeri 12-15m gövde yüksekliğinin aşağısında  $80^{\circ}$ 'yi geçmemekte ve yüzey pürüzlülüğü azaldıkça temas açısı değeri bu yüksekliğe kadar artmaktadır.

## **5. SONUÇLAR**

### **5.1. Anatomik Özellikler**

#### **5.1.1. Lif Uzunluğu**

1. Lif uzunluğunun gövde yüksekliği arttıkça azaldığı gözlemlenmiştir.
2. En yüksek lif uzunluğu değeri (3886,01 $\mu$ m) 0-3m gövde yüksekliğine ait gruptan elde edilirken en düşük lif uzunluğu değeri (2465,19 $\mu$ m) ise 12-15m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan elde edilmiştir.

#### **5.1.2. Lümen Genişliği**

1. Lümen genişliğinin gövde yüksekliği arttıkça arttığı tespit edilmiştir.
2. Lümen genişliği değeri en yüksek (35,81 $\mu$ m) 12-15m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan elde edilirken en düşük lümen genişliği değeri (24,99 $\mu$ m) ise 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubunda bulunmuştur.

#### **5.1.3. Çeper Kalınlığı**

1. Çeper kalınlığı gövde yüksekliği arttıkça azalmıştır.
2. En yüksek çeper kalınlığı değeri (10,51 $\mu$ m) 0-3m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan elde edilirken, en düşük çeper kalınlığı değeri (5,05 $\mu$ m) 12-15m gövde yüksekliğine ait örnek grubundan elde edilmiştir.

### **5.2. Fiziksel Özellikler**

#### **5.2.1. Özgül Ağırlık**

Deneme levhalarında hedeflenen özgül ağırlık değeri 0,65gr/cm<sup>3</sup>'tür. Elde edilen özgül ağırlık değerleri ise 0-3m, 3-6m, 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğinden

alınan örnek gruplarında yaklaşık  $0,650\text{r}/\text{cm}^3$  değerinde olup hedeflenen özgül ağırlık değerine yakın çıkmıştır.

### **5.2.2. Rutubet Miktarı**

TS EN 312 (2005) standardında yongalevhaların rutubet miktarının %5 ile %13 arasında olması gerektiği belirtilmektedir. Üretilen deneme levhaları rutubet bakımından standarda uygundur.

### **5.2.3. Kalınlık Artışı (Şişme Oranı)**

1. Elde edilen veriler kalınlık artışı değerlerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığını göstermektedir.

2. Ağacın 12-15m gövde yüksekliğinde kalınlık artışı değerleri maksimum seviyede iken 0-3m gövde yüksekliğinden alınan örneklerle üretilen levhalarda minimum seviyede olduğu sonucuna varılmıştır.

3. TS EN 312 (2005) standardında 12mm kalınlığındaki levhalar için 24 saatlik kalınlık artışı nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için %14, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için ise %16 olarak belirtilmektedir. Bu bakımdan deneme levhaları standarda uygun değildir.

### **5.2.4. Su Alma Oranı**

1. Su alma oranının gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür.

2. Su alma oranı en yüksek (2 saat için; 74,44, 24 saat için; 82,85) 12-15m gövde yüksekliğine ait grupta elde edilmiştir. En düşük su alma oranı ise (2 saat için; 51,92, 24 saat için; 65,57) 0-3m gövde yüksekliğine ait grupta olduğu belirlenmiştir.

### 5.3. Mekanik Özellikler

#### 5.3.1. Eğilme Direnci

1. Bu çalışmada eğilme direnci değerleri üzerinde gövde yüksekliğindeki artışın etkili olduğu ve gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak eğilme direncinin azaldığı görülmüştür.

2. En yüksek eğilme direnci değeri ( $14,38\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük eğilme direnci değeri de ( $10,27\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

3. TS EN 312 (2005) standardına göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhaların eğilme direnci en düşük  $12,5\text{ N/mm}^2$  olmalıdır. Elde edilen veriler sonucunda 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliklerinden üretilen yongalevhaların eğilme dirençlerinin sırası ile  $14,38\text{ N/mm}^2$  ve  $13,27\text{ N/mm}^2$  olduğu ve kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levha standartları ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir. 6m ve üzerindeki gövde yüksekliğine ait deneme levhalarında ise eğilme direnci değerinin  $12,5\text{ N/mm}^2$ 'nin altına düştüğü ve gittikçe azaldığı görülmüştür. Bu nedenle 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğinden üretilen levhalar kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalara ait eğilme direnci standardına uyumlu bulunmamıştır.

4. TS EN 312 (2005) standardında kuru şartlarda mobilya gibi iç uygulamalarda kullanılan levhalar için eğilme direncinin  $13\text{ N/mm}^2$  olması gerektiği belirtilmektedir. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliklerinden elde edilen yongalar ile üretilen levhalarda eğilme direncinin sırası ile  $14,38\text{ N/mm}^2$  ve  $13,27\text{ N/mm}^2$  olduğu ve standart ile uyumlu olduğu görülmüştür. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalardan üretilen levhalar kuru şartlarda iç uygulamalarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar için belirlenen standartlarla uyumludur.

5. TS EN 312 (2005) standardında nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhaların eğilme direncinin  $15\text{ N/mm}^2$  ve kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhaların ise  $16\text{ N/mm}^2$  olması gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışması sonucunda yüksek eğilme direnci değerinin 0-3m gövde yüksekliğinden  $14,38\text{ N/mm}^2$  olarak elde edilmiştir. Deneme levhalarına ait eğilme dirençlerinin nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı

olmayan levhalar ile kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için belirtilen standartlarla uyumlu olmadığı tespit edilmiştir.

### 5.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

1. Eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

2. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri ( $1927,69\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odundan üretilen deneme levhalarında elde edilmiştir. En düşük eğilmede elastikiyet modülü değeri de ( $1446,99\text{N/mm}^2$ ) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odundan üretilen levhalarda elde edilmiştir.

3. TS EN 312 (2005) standardında kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhaların eğilmede elastikiyet modülünün en düşük  $1800\text{ N/mm}^2$  olması gerektiği belirtilmiştir. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliklerinden üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerleri sırasıyla  $1927,69\text{ N/mm}^2$  ve  $1819,12\text{ N/mm}^2$  olduğu ve standartla uyumlu olduğu tespit edilmiştir. 0-3 ve 3-6m gövde yüksekliğine ait örnek gruplarının dışında gövde yüksekliği arttıkça eğilmede elastikiyet modülü değerleri düşmekte standartta belirtilen  $1800\text{ N/mm}^2$ 'ün altında kalmaktadır.

4. TS EN 312 (2005) standardına göre nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerinin en düşük  $2050\text{ N/mm}^2$  olması gerektiği öngörülmektedir. Yine aynı standartta kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhaların elastikiyet modülünün de en az  $2300\text{ N/mm}^2$  olması gerektiği belirtilmektedir. En yüksek eğilmede elastikiyet modülü değerinin elde edildiği 0-3m gövde yüksekliğine ait levha grubunun eğilmede elastikiyet modülü değeri  $1927,69\text{ N/mm}^2$  olup standartta belirtilen eğilmede elastikiyet modülü ile uyumlu olmadığı sonucuna varılmıştır.

### 5.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

1. Yüzeye dik çekme direncinde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

2. 12-15m gövde yüksekliğinden alınan örneklerden üretilen levhalarda yüzeye dik çekme direnci  $0,29\text{ N/mm}^2$  olup örnek grupları arasında en düşük yüzeye dik çekme



direnci değerine sahiptir. En iyi yüzeye dik çekme direnci değeri ( $0,45\text{N/mm}^2$ ) ise 0-3m yüksekliğinden elde edilmiştir.

3. TS EN 312 (2005) standardında kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhaların yüzeye dik çekme direncinin  $0,28\text{N/mm}^2$  olması gerektiği belirtilmektedir. Elde edilen verilerde en düşük yüzeye dik çekme direnci değeri ( $0,29\text{ N/mm}^2$ ) veren 12-15m gövde yüksekliğine ait yongalardan üretilen levhaların da standart ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

4. TS EN 312 (2005) standardına göre kuru şartlarda iç uygulamalarda (mobilya) kullanılan levhaların yüzeye dik çekme direnci değerinin en az  $0,40\text{ N/mm}^2$  olması gerekmektedir. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliğine ait yongalardan üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri sırası ile  $0,41\text{ N/mm}^2$  ve  $0,45\text{ N/mm}^2$  olup literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

5. TS EN 312 (2005) standardında nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhaların yüzeye dik çekme direnci değerinin  $0,45\text{ N/mm}^2$  olması öngörülmektedir. Elde edilen verilerle karşılaştırıldığında 0-3m gövde yüksekliğinden alınan yongalardan üretilen levhaların yüzeye dik çekme direncinin standart ile uyumlu olduğu ve diğer örnek grubuna ait direnç değerlerinin gereken değer altında kaldığı tespit edilmiştir.

6. TS EN 312 (2005) standardına göre kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhaların yüzeye dik çekme direnci değerinin en az  $0,40\text{ N/mm}^2$  olması gerekmekte olup elde edilen verilerde 0-3m ve 3-6m örnek grubuna ait levhaların standart ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer örnek gruplarına ait levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri ise standartta belirtilen  $0,40\text{ N/mm}^2$  değerinin altında kalmaktadır.

## **5.4. Yongaların Kimyasal Analizi**

### **5.4.1. Soğuk Su Çözünürlüğü**

1. Literatürde soğuk su çözünürlüğünde sert odunlarda %4-6, yumuşak odunlarda %2-3 arasında olması gerektiği belirtilmektedir (Güler vd., 2008).

2. Soğuk su çözünürlüğünün gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

3. En yüksek soğuk su çözünürlüğü değeri (%2,58) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük soğuk su çözünürlüğü

değeri de (%1,37) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. 3-6m, 6-9m ve 9-12m gövde yüksekliğine ait soğuk su çözünürlüğü değerleri ise %1,82, %1,66 ve %1,54'tür.

4. Elde edilen veriler doğrultusunda 0-3m gövde yüksekliğine ait soğuk su çözünürlüğü değerinin literatürle uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

#### **5.4.2. Sıcak Su Çözünürlüğü**

1. Yapılan çalışmalarda sıcak su çözünürlüğü üzerinde gövde yüksekliğindeki artışın etkili olduğu ve gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak sıcak su çözünürlüğünün azaldığı görülmüştür.

2. En yüksek sıcak su çözünürlüğü değeri (%8,75) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük sıcak su çözünürlüğü değeri de (%6,37) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Literatürde sıcak su çözünürlüğünün sert odunlarda %2-7, yumuşak odunlarda da %3-5 arasında olması gerektiği öngörülmektedir (Güler, vd., 2008). Elde edilen verilerle literatür bilgileri karşılaştırıldığında sıcak su çözünürlüğü değerlerinin literatür ile uyumlu olmadığı görülmüştür.

#### **5.4.3. Alkol-Benzen Çözünürlüğü**

1. Alkol benzen çözünürlüğünün gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azaldığı görülmüştür.

2. En yüksek alkol-benzen çözünürlüğü değeri (%7,61) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük alkol-benzen çözünürlüğü değeri de (%6,09) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Literatürde alkol-benzen çözünürlüğünün sert odunlarda %2-6, yumuşak odunlarda da %2-8 arasında olması gerektiği belirtilmiştir (Güler vd., 2008). Alkol benzen çözünürlüğünün literatür bilgileri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

#### 5.4.4. %1'lik NaOH Çözünürlüğü

1. %1'lik NaOH çözünürlüğünde gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

2. En yüksek %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri (%17,00) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük %1'lik NaOH çözünürlüğü değeri de (%13,42) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. 3-6m, 6-9m ve 9-12m gövde yüksekliğine ait odun örneklerinden elde edilen %1'lik NaOH çözünürlüğü değerleri ise sırasıyla %16,58, %15,75 ve %14,79'dır.

3. Literatür bilgilerinde %1'lik NaOH çözünürlüğünün sert odunlarda %14-20, yumuşak odunlarda %9-16 arasında değiştiği yer almaktadır (Güler, vd., 2008). Elde edilen veriler literatür bilgileri ile karşılaştırıldığında 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğine ait odun örneklerinden elde edilen %1'lik NaOH çözünürlüğü değerlerinin literatür ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

#### 5.4.5. Holoselüloz Tayini

1. Holoselüloz miktarının gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

2. En yüksek holoselüloz miktarı (%70,25) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük holoselüloz miktarı da (%68,03) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Literatürde sert odunlarda %70-78, yumuşak odunlarda ise %63-70 oranlarında holoselüloz miktarı uygun görülmektedir (Güler, vd., 2008). Holoselüloz miktarı %69,97 olan 3-6m gövde yüksekliğine ait odun örneğinin yanı sıra 6-9m, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliklerinden alınan odun örneklerindeki holoselüloz miktarının literatür ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir.

#### 5.4.6. Hemiselüloz Tayini

1. Hemiselüloz miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. En düşük hemiselüloz miktarı (%19,13) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek hemiselüloz miktarı da (%24,41) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Odunda bulunan bileşenlerden selüloz ve hemiselülozlar birleşerek holoselülozu oluşturmakta olup elde edilen verilerde selüloz miktarının tüm gruplarda literatür ile uyumlu olduğu, holoselüloz miktarının ise 6m ve üzerindeki gövde yüksekliklerine ait gruplarda literatür ile uyumlu olduğu saptanmıştır.

#### 5.4.7. Selüloz Tayini

1. Literatürde selüloz miktarının sert ve yumuşak odunlarda %40-50 arasında olması istenmektedir (Parisi, 1989).

2. Elde edilen verilerde en yüksek selüloz miktarı (%51,12) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük selüloz miktarı da (%43,62) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir.

3. Selüloz miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.  
4. Örnek gruplarına ait selüloz miktarları literatüre uygun çıkmıştır.

#### 5.4.8. Lignin Tayini

1. Elde edilen en yüksek lignin miktarı (%29,54) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En düşük lignin miktarı da (%21,28) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. 3-6m ve 6-9m gövde yüksekliklerinden alınan odun örneklerine ait lignin miktarı ise sırası ile %27,51 ve %25,66'dır.

2. Lignin miktarında gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak azalma görülmüştür.

3. Literatürde lignin miktarının %30-35 sert odunlarda, %25-35 arasında ise yumuşak odunlarda olması gerektiği belirtilmektedir (Güler vd., 2008). Elde edilen veriler doğrultusunda 0-3m, 3-6m ve 6-9m gövde yüksekliklerinden alınan odun örneklerine ait lignin miktarları literatür ile uygun olduğu tespit edilmiştir.

#### **5.4.9. pH**

##### **5.4.9.1. Tutkallanmış Yongalara Ait pH Değeri**

1. En düşük pH değeri (%4,35) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri de (%5,12) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Tutkallanmış yongalarda pH değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür.

2. Ağaç türünün pH'ı tutkalin sertleşmesi bakımından önemlidir. İyi bir yapışma elde etmek isteniyorsa ağaç türünün pH'ının 4-5 olması gerekmektedir (Göker ve Akbulut, 1992).

3. pH değeri 6-9m gövde yüksekliğinden alınan odun örneğine ait grupta 4,96 olup bu yükseklikten sonra 5'in üzerine çıktığı tespit edilmiştir. Bu nedenle 0-3m, 3-6m ve 6-9m gövde yüksekliğine ait odun örnek gruplarının pH değerleri literatür bilgileri ile uyumlu olduğu, 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğine ait odun örnek gruplarının pH değerlerinin ise literatür ile uyumlu olmadığı tespit edilmiştir.

##### **5.4.9.2. Tutkallanmamış Yongalara Ait pH Değeri**

1. Tutkallanmamış yongalarda pH değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür.

2. En düşük pH değeri (%4,74) ağaç gövdesinin 0-3m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. En yüksek pH değeri de (%5,57) ağaç gövde yüksekliğinin 12-15m yüksekliğinden alınan odun örneğinden elde edilmiştir. Tutkallanmamış yongalara ait pH değerinin sadece 0-3m gövde yüksekliğinden alınan odun örneğinin literatür bilgisi ile uyumlu olduğu sonucuna varılmıştır.

## **5.5. Yongaların Yüzey Özelliklerinin Belirlenmesi**

### **5.5.1. Yüzey Pürüzlülüğü**

Deneme levhalarında pürüzlülük değerlerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür. Ortalama pürüzlülük değeri ( $R_a$ ), on nokta pürüzlülüğü ( $R_z$ ), en büyük pürüzlülük ( $R_y$ ) ve profil sapmasının karekökü ( $R_q$ ) değerlerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı gözlenmiştir.

### **5.5.2. Islanabilme Yeteneği (Temas Açısı)**

Deneme levhalarında temas açısı değerinin gövde yüksekliğindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmüştür.

## 6. ÖNERİLER

Ağaç gövde yüksekliğinin yongalevhanın fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri üzerine etkileri incelenen bu çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler getirilmiştir.

Gövde yüksekliğinin artmasına bağlı olarak lif uzunluğu azalmakta ve lif uzunluğunun azalması direnç değerlerinin düşmesine neden olmaktadır. Lif uzunluğu mekanik direnç özelliklerini ve yüzey pürüzlülüğü değerlerini olumlu etkilediğinden en yüksek lif uzunluğuna sahip 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen yongaların yongalevha üretiminde kullanılması önerilebilir.

Lümen genişliğinin artması ve çeper kalınlığının azalması üretilen yongalevhaların mekanik özelliklerinin düşmesine neden olur. Lümen genişliğinin en düşük değerde olduğu ve çeper kalınlığının en yüksek değerde olduğu 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalar yongalevhanın mekanik direnç özelliklerini iyileştireceğinden yongalevha üretiminde kullanılması önerilebilir.

Kalınlık artışı ve su alma oranı ağaç gövde yüksekliği arttıkça arttığından ve en düşük kalınlık artışı oranı 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalardan üretilen yongalevhelerde olduğundan diğer gövde yüksekliklerinden elde edilen yongalara göre yongalevha üretimde kullanımı önerilebilir. Diğer yandan tüm gövde yükseltilerine ait 2 ve 24 saat süreyle suda bekletilen kalınlık artışı değerleri TS EN 312 (2005) standardında belirtilen değerlerden yüksek çıkmasından dolayı üretimde parafin kullanımı önerilebilir. Parafin su itici özellik kazandıracığından üretimde kullanımı ile kalınlık artışı ve su alma oranlarını düşürerek standart ile uyumlu hale getireceği öngörülmektedir. Levha yüzeyinin kaplanması da kalınlık artışı oranını düşürmek için kullanılacak diğer bir yöntem olarak seçilebilir.

Özellikle üre formaldehit tutkalı kullanımında odunun pH değeri yapıştırıcının sertleşme tepkimesi üzerinde etkilidir. Bu nedenle iyi bir yapışma için odunun pH değerinin 4 ile 5 arasında olması istenir (Göker ve Akbulut, 1992). Bu çalışmada elde edilen bulgularda odunun pH değeri 0-3m, 3-6m ve 6-9m gövde yüksekliğinde 4-5 arasındadır. 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalarda ise bu değer 5'in üzerine çıktığından yapışmayı olumsuz etkileyerek levhanın mekanik ve fiziksel özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir. 9-12m ve 12-15m gövde yüksekliklerinden alınan

yongaların levha üretiminde kullanımında ilave edilen sertleştirici miktarının artırılması odun pH değerinin yapışma üzerindeki olumsuz etkisini azaltmak için önerilebilir.

Yüzey pürüzlülüğü değerlerinin gövde yüksekliği arttıkça arttığı gözlemlenmiştir. İyi yapışma, mekanik ve fiziksel özellikler 0-3m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalardan üretilen levhalarda olduğu için yongalevha üretiminde bu grup tercih edilebilir.

0-3m ve 3-6m gövde yüksekliğinden elde edilen yongalardan üretilen levhaların eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü dirençleri standartlarla uyumlu olduğundan kuru şartlarda genel amaçlı olarak ve mobilya uygulamalarında kullanılabilir. 0-3m ve 3-6m gövde yüksekliğinden üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri standartlar ile uyumlu olduğundan nemli şartlarda yük taşıyıcı olmadan ve kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılabilirler. Mekanik özellikleri standartlar ile uyumlu olmayan yongalevhaların mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi için levhanın özgül ağırlığı artırılabilir (Göker, vd., 1984). Ayrıca tutkal miktarı artırılması da mekanik özelliklerin iyileştirilmesini sağlayabilir (Maloney, 1977; Liv ve Mcnatt, 1991).



## 7. KAYNAKLAR

- Akbulut, T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akpınar, E., 2012. Trabzon-Maçka Yöresinde Yetiştirilmiş Avrupa Melezi (*Larix decidua* Mill.) Odununun Fiziksel Ve Mekanik Özellikleri Üzerine Gövde Yüksekliğinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Akyüz, K.C., Nemli, G., Baharoğlu, M. ve Zekoviç, E., 2010. Effects of Acidity of the Particles and Amount of Hardener on the Physical and Mechanical Properties Particleboard Composite Bonded with Urea Formaldehyde, Journal of Adhesion and Adhesives, 30,3, 166-169.
- Anşın, R.ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), Odunsu Taksonlar, K.T.Ü. Basımevi, 2.baskı, Genel Yayın No. 167, Fakülte Yayın No. 19, Trabzon.
- Aslan, M., 2007. İçme Suyu Atık Çamurunun Çimentolu Yongalevha Üretiminde Kullanımı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, İ., 2003, Çeşitli Ağaç Türlerinden Elde Edilen Kaplamaların Islanabilme Yeteneği ve Yapışma Direnci Üzerine Bazı Üretim Şartlarının Etkileri, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Aydın, İ., 2011. Odun Esaslı Levha Ürünlerinde Yapıştırma Teknolojisi Ders Notu, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 30-31.
- Ayrılmış, N., 2000, MDF'nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayrılmış, N., Büyüksarı, M. ve Avcı, E., 2009. Utilization of Pine (*Pinus pinea* L.) Cone in Manufacture of Wood Based Composite, *Forest Ecology and Management*, 259, 1, 65-70.
- Atar, İ., 2012. Sertleştirici Türü, Üre Kullanımı ve Depolama Süresinin Yongalevhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Balaban, M., 2003. Orman Ürünleri Kimyası Ders Notları, İstanbul Üniversitesi, sayfa 11-55, İstanbul.
- Baharoğlu, M., 2010. Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yongalevhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Bardak, T., 2010. Farklı Büyüme Kusurlarının Kontrplak ve Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Batu, F., 1978. Varyans Analizi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 1, 2, 234-235.
- Berg, J.C., 1993. Chapter 2, Role of acid-base interactions in wetting and related phenomena, In: Wettability, Ed. J.C. Berg. Marcel Dekker, Newyork, 75-148.
- Blomquist, R.F., Christiansen, A.W., Gillespie, R.H. ve Myers, G.E., 1981. Adhesive Bonding of Wood and Other Structural Materials, Madison WI: Pennsylvania State University.
- Bozkurt, A.Y., 1982. Çimentolu Yongalevhalar, İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1985. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:3311/372, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker Y., 1990, Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No:3311/372, İstanbul.
- BS 1811, 1969. Methods of Test for Wood Chipboards and Particleboards, British Standards Institution, London.
- Buscher, H.J., Pelt, A.W.J., Boer, P.ve Arends,J., 1983. The Effect of Surface Roughening of Polymers on Measured Contact Angles of Liquieds, University of Groningen, Laboratory for Materia Technica, The Netherlands.
- Christiansen, A.W., 1990. How Overdrying Wood Reduces Its Bonding to Phenol Formaldehyde Adhesives: A Critical Review of The Literature, Part I. Physical Responses, Wood and Fiber Science, 22, 4, 441-459.
- Çolak, S., 2003. Sentetik Fenolik Tutkallara Alternatif Olarak Tanenli Yapıştırıcılar, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi (2003) : 1-2 (76-82).
- Çolakoğlu, G., Aydın, İ., Nemli, G. ve Çolak, S., 2002. Ahşap Sanayinde Melamin Formaldehit (MF) ve Melamin/Üre Formaldehit (MÜF) Yapıştırıcılarının Kullanımı, Mobilya Dekorasyon, 47, 130-138.
- Demirkır, C. ve Çolak,S., 2006. Odun Kökenli Atıkların Levha Endüstrisinde Yeniden Kullanım İmkanları, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7(1), 41-50.
- DIN 4768, 1990. Determition of Values of Surface Roughness Parameters Ra, Rz, Rmax Using Electrical Contact (Stylus) Instruments, Concepts and Measuring Conditions, Deusches Institut für Norming, Berlin, Germany.

- Dunky, M., 1998. Urea-Formaldehyde Adhesive for Wood, International Journal of Adhesion and Adhesives, 18, 95-107.
- Dunky, M., 2003. Adhesives in Wood Industry, in Pizzi, A., and Mittal K.L., Handbook of Adhesive Technology, Machel Dekker Inc., Newyork, 887.
- Eckelman, C.A., 1997. A Brief Survey of Wood Adhesives, FNR 154.
- EN 309, 1992. Wood Particleboards-Definition and Classification, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 310, 1993. Wood Based Panels, Determination of Modulus of Elasticity in Bending and Bending Strength, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 317, 1993. Particleboard and Fiberboards, Determination of Swelling in the Thickness After Immersion, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 319, 1993. Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of The Board, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- EN 322, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- E.P.F., 1969. Manipulations de Chime Papetiere, Grenoble.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi Ders Notları, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı KTÜ Ders Notları, Trabzon.
- Fidan, S.M., Ertaş, M. ve Alma, M.H., 2010. Orman Ürünleri Sanayisinde Sentetik Tutkallara Alternatif Olarak Doğal Tutkalların Kullanılması, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi Mayıs, Artvin, Bildiriler Kitabı, V, 1743-1753.
- Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Olivera, J.T.D., 2008. Influence of the Composition of Tannin Urea Formldehyde Resins the Physical and Mechanicals Properties of Particleboard, Revista Arvore, 32, 4, 715-722.
- Göker, Y. ve Akbulut, T., 1992. Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler, 'ORENKO 92' I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi, Trabzon, Bildiri Metinleri, 269-287.
- Guru, M., Aruntaş, Y. ve Tüzün, F.N., 2009. Processing of Urea formaldehyde based particleboard from hazelnut Shell and improvement of its fire and water resistance, fire and materials, 33, 8, 419.
- Güler, C., 1996. Bazı Üretim Faktörlerinin Kızılçam Kontrplaklarının Teknolojik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Bitirme Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

- Güler, C., Copur, Y.ve Tascioglu, C., 2008. The Manufacture of Particle boards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachishypoqaea L.*) and European Black Pine (*Pinusnigra Arnold*) Wood Chips, *Bioresource Technology*, 99, 2893-2897.
- Güller, B., 2001, Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri ISSN 1302-7085A, 2, 135-160, Isparta.
- Hafizoğlu, H. ve Denizi İ., 2010. Odun Kimyası Ders Notları, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Hashim, R., W. Nadradi, O.Sulaiman, F.Kawamura, S.Hızıroğlu, M.Sato, T.Sugimoto, T.Seng ve R.Tanaka, 2011. Evaluations of some properties of exterior particleboard made from oil palm biomass, Journal of Environmental Biology, 30, 5, 731-734.
- Haygreen, J.G. ve Bowyer, J.L., 1985. Forest Products and Wood Science and Introduction, Jawa State University Press.
- Hendarto, B., Shayan, E., Ozarska, B. ve Carr, R., 2006. Analysis of Roughness of a Sanded Wood Surface, International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 28, 7-8, 775-780.
- Hettiarachchy, N.S., Kalapathy, U. ve Myers, D.J., 1995. Alkali-Modified Soy Protein with Improved Adhesive and Hydrophobic Properties, Journal of The American Oil Chemists Society, 72, 12, 1461-1464.
- Hızıroğlu, S., 1996. Surface Roughness Analysis of Wood Composites: A Stylus Method, Forest Products Journal, 46, 7-8, 67-72.
- Hızıroğlu, S. ve Holcomb, R., 2005. Some of the Properties of Three Layer Particleboard Made from Eastern Redcedar, *Building and Environment*, 40, 5, 719-723.
- Huang, W. ve Sun, X., 2000a. Adhesive Properties of Soy Proteins Modified by Sodium Dodecyl Sulfate and Sodium Dodecylbenzene Sulfonate, *Journal of The American Oil Chemists Society*, 77, 7, 705-708.
- Huang, W. ve Sun, X., 2006b. Adhesive Properties of Soy Proteins Modified by Urea and Guanidine Hydrochloride, *Journal of The American Oil Chemists Society*, 77, 1, 101-104.
- Huş, S., Tank T. ve Göksel, E., 1975. Türkiye (Tarsus Karabucak)'da Yetişen Okalıptüs (*E.Camaldluknsis Dehnh.*) Türü Odunlarının Morfolojik Yönden Etüdü ve Yankimyasal Selülozun Kağıt Sanayiinde Değerlendirilme İmkanları, TÜBİTAK Yayınları, No:275.
- Jorge, F.C., 2008. Recent Advances on Lignocellulosic- Based Composites for Performance and Environmentally-Compatibility Improvement, *Molecular Crystals and Liquid Crystals*, 484, 417-436.

- Kalaycıoğlu, H., 1991. Sahil amı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., Deniz, İ., ve Hiziroğlu, S., 2005. Some of Properties of Particleboard Made from Paulownia, Journal of Wood Science, 51, 4, 410-414.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R., 2009. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü., Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Trabzon.
- Karakuş, B., 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Karlinasari, L., Hermawan D., Maddu, A., Martiandi, B. ve Hadi, Y.S., 2012. Development of Particleboard from Tropical Fast-growing Species For Acoustic Panel, Journal of Tropical Forest Science, 24, 1, 64-69.
- Lambuth, A.L., 2003. Protein Adhesives for Wood, in Pizzi, A., and Mittal, K.L., Handbook of Adhesive Technology, Marcel Dekker Inc., Newyork.
- Malaoney, T.M., 1977. Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, San Francisco, U.S.A.
- Nemli, G. ve Aydın, A., 2003. Üre Formaldehit Tutkalları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 57, 6, 214.
- Nemli, G., Demirel, S. ve Zekoviç, E., 2006. Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri, Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7,2,81-93.
- Nemli, G., Öztürk, I. ve Aydın, İ., 2005. Some of the Parameters Influencing Surface Roughness of Particleboard, Building and Environment, 40, 10, 1337-1340.
- Nemli, G., 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Oh, Y.S. ve Yoo, J.Y., 2011. Properties of Particleboard Made from Chili Pepper Stalks, Journal of Tropical Forest Science, 23, 4, 473-477..
- Onda, T., Shibuichi, S. Satoh, N.ve Tsujii, K., 1996. Super-Water-Repellent Fractal Surfaces, Langmuir, 12,9, 2125-2127.
- Örs, Y, 1980. Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No 30, Trabzon.

- Özen, R., 1981. Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yongalevha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları, KTÜ Basımevi, Trabzon.
- Öztürk, İ., 2005. Bazı Üretim Faktörlerinin Yongalevhanın Teknolojik Özellikleri ve Formaldehid Emisyonu Üzerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Parissi, F., 1989. Advances in Lignocellulosic Hydrolysis and in The Utilisation of The Hydrolsates, *Advances Biochemical Engineering*, 38, 53-87.
- Park, B.D., Kang, E.C. ve Park, J.Y., 2006. Effects of Formaldehyde to Urea Mole Ratio on Thermal Curing Behavior of Urea-Formaldehyde Resin and Properties of Particleboard, *Journal of Applied Polymer Science*, 101, 1787-1792.
- Pizzi, A., 1994. *Advanced Wood Adhesives Technology*, Marcel Dekker Inc., 149-241, Newyork.
- Pizzi, A., 2003. Urea-Formaldehyde Adhesives, in Pizzi, A., and Mittal, K.L., *Hand book of Adhesive Tekchnology*, Marcel Inc., Newyork.
- Sarı, İ., 2011. Yonga Kurutma Sıcaklıklarının Yongalevhanın Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Tabarsa, T. Ashori, A. ve Gholamzadeh, M., 2011. Evaluation of surface roughness and mechanical properties of particleboard panels made from bagasse, *Composites part B-Engineering*, 42, 5, 1330-1335.
- TAPPI, 1992. *TAPPI Test Methods 1992-1993*, TAPPI Pres Atlanta, Georgia, USA.
- TSE 1351, 1973. Lif-Yonga Odunu, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, 2005. Yongalevhalar- Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323/1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS 642, 1968. Kondisyonlama ve/veya Deney için Standart Referans Atmosferleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Valenzuela, J., Leyser, E.V., Pizzi, A., Westermeyer, C. ve Gorrini, B., 2012. Industrial Production of Pine Tannin-Bonded Particleboard and MDF, *Europa Journal of Wood Products*, September, 70, 5, 735-740.
- Walinder, M., 2000. Wetting Phenomena on Wood, Doctoral Thesis, Department of Manufacturing Systems Wood Technology and Processing, KTH-Royal Institute of Technology, Stockholm.

- Wise, E.L. ve Karz, H.L., 1962. Cellulose and Hemizellulose, In Pulp and Paper Science and Technology, Ed: C. Earl Libby, McGraw Book Co., Newyork.
- Yaşar, S., 2002. Miscanthus (Fil Çimeni) Giganteus, Miscanthus Goliath ve Miscanthus Silberfahne'de Selüloz, Hemiselüloz ve Lignin Miktarlarının Karşılaştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, A,2, 1302-7085,27-40
- Yıldırım, A.İ., 2007. Orman Ürünleri Sanayi Sektör Araştırması, Sanayi ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Ankara, 13-16.

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında Trabzon'da doğdu. İlk ve orta öğrenimi Trabzon'da tamamladı. Lise öğrenimini Trabzon Tevfik Serdar Anadolu Lisesi'nde 2003 yılında tamamlayarak aynı yıl İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne yükseköğrenimine başladı. 2008 yılında İstanbul Üniversitesi'nden Orman Endüstri Mühendisi unvanı ile mezun oldu. 2010 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında yüksek lisans eğitimine başladı. İyi derecede İngilizce bilmektedir.