

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ODUNUNDAN FARKLI  
ÜRETİM KOŞULLARINDA ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Orm. End. Müh. İLKNUR KUMAŞ**

**HAZİRAN 2013  
TRABZON**

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

**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ODUNUNDAN FARKLI  
ÜRETİM KOŞULLARINDA ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ**

**Orm. End. Müh. İLKNUR KUMAŞ**

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

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 24.05.2013**  
**Tezin Savunma Tarihi : 20.06.2013**

**Tez Danışmanı : Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU**

**Trabzon 2013**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**  
**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında**  
**İlknur KUMAŞ tarafından hazırlanan**

**SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ODUNUNDAN FARKLI**  
**ÜRETİM KOŞULLARINDA ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN TEKNOLOJİK**  
**ÖZELLİKLERİ**

**başlıklı bu çalışma, Enstitü Yönetim Kurulunun 28 / 05 / 2013 ve 1507 yılı**  
**kararıyla oluşturulan jüri tarafından yapılan sınavda**

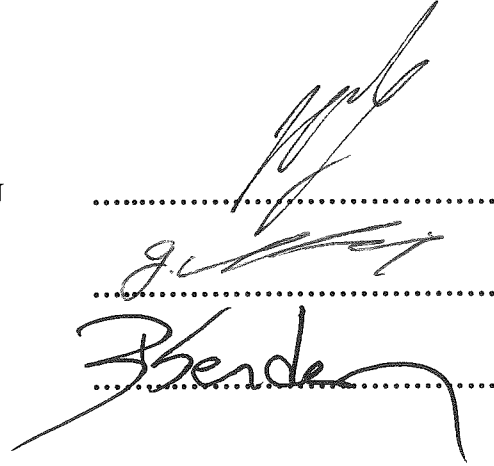
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**olarak kabul edilmiştir.**

**Jüri Üyeleri**

**Başkan :Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU**

**Üye :Prof. Dr. Gökay NEMLİ**

**Üye :Prof. Dr. Bedri SERDAR**



**Prof. Dr. Sadettin KORKMAZ**

**Enstitü Müdürü**

## ÖNSÖZ

“Sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunundan farklı üretim koşullarında üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri” isimli bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının planlanması, araştırılması, yürütülmesi ve oluşumunda engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, her türlü desteğiyle yanımda olan ve çalışmalarına yön veren hocam Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU’na sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Çalışmanın üretim aşamasında kapılarını sonsuza kadar açan Kastamonu Entegre A.Ş. Gebze Tesisi, Başta Genel Müdür Sayın Haluk YILDIZ Beye, Fabrika Direktörü Sayın Ertuğrul CAŞUR Beye, üretimde bilgilerinden faydalandığım, yardımını esirgemeyen Yongalevha İşletme Müdürü Arif DAYIOĞLU, Yongalevha İşletme Mühendisi Alper YÜKSELER, Yongalevha Vardiya Amiri Ferit YILDIRIM, Kalite Mühendisi Ayşe ALPAY DEMİRCİ’ye, AR-GE Mühendisi Kamile ERTAŞ’a, Durmuş IŞIK’a, kalite kontrol laboratuvarında görev yapan Mustafa BAŞ, Hüseyin ÖZTÜRK, Selçuk TURAN, Muhammet ÖZDER, Özcan AFACAN’a ve üretimde yardımcı olan Selahaddin POLAT’a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmada araştırma ve laboratuvar aşamasında bilgi ve yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Bedri SERDAR, Doç. Dr. Murat YILMAZ’A, Trabzon Orman Bölge Müdürlüğüne ve Arş. Gör. Bünyamin SARI’ya teşekkür etmeyi bir görev bilirim.

Çalışmanın bütün aşamalarında yanımda bulunan ve yardımcı olan arkadaşlarım Arş. Gör. Uğur ARAS ve Orman End. Müh. Esra AYAN’a teşekkürlerimi sunarım.

Maddi ve manevi desteklerini tüm hayatım boyunca esirgemeyen sevgili aileme, şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmanın sakallı kızılağaç odunu ile yongalevha üretiminde araştırma yapanlara ve uygulayıcılara yararlı olmasını temenni ederim.

İlknur KUMAŞ  
Trabzon 2013

## TEZ BEYANNAMESİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) Odunundan Farklı Üretim Koşullarında Üretilen Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri” başlıklı bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU’ nun 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. 24/05/2013

İlknur KUMAŞ

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ .....	III
TEZ BEYANNAMESİ .....	IV
ÖZET .....	IX
SUMMARY .....	X
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	XI
TABLolar DİZİNİ .....	XIII
SEMBOLLER DİZİNİ.....	XIV
1. GENEL BİLGİLER .....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Kızılağaç Hakkında Genel Bilgiler.....	4
1.2.1. Kızılağacın Botaniksel Özellikleri.....	6
1.2.2. Kızılağacın Yetiştirme Ortamı İstekleri.....	6
1.2.3. Kızılağaç Odununun Teknolojik Özellikleri .....	7
1.2.4. Kızılağaç Odununun Kullanım Alanları .....	7
1.3. Yongalevha Üretimi.....	8
1.3.1. Yongalevhanın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi .....	8
1.3.2. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler .....	9
1.3.2.1. Ağaç Malzeme.....	9
1.3.2.2. Yapıştırıcılar .....	10
1.3.2.2.1. Organik Yapıştırıcılar .....	10
1.3.2.2.1.1. Sentetik Tutkallar .....	11
1.3.2.2.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı.....	11
1.3.2.2.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı.....	14
1.3.2.2.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı .....	15
1.3.2.2.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı .....	15
1.3.2.2.1.1.5. İzosiyanat Tutkalı.....	15
1.3.2.3. Katkı Maddeleri.....	16
1.3.2.3.1. Sertleştirici Maddeler .....	16
1.3.2.3.2. Hidrofobik Maddeler .....	16

1.3.2.3.3.	Koruyucu Maddeler .....	17
1.4.	Yonga Levha Üretim Teknolojisi .....	17
1.4.1.	Odunun Depolanması .....	17
1.4.2.	Yongalama .....	20
1.4.3.	Yongaların Kurutulması .....	21
1.4.4.	Yongaların Elenmesi .....	21
1.4.5.	Yongaların Depolanması ve Taşınması .....	22
1.4.6.	Yongaların Tutkallanması .....	22
1.4.7.	Levha Taslağının Serilmesi .....	23
1.4.8.	Presleme .....	23
1.4.8.1.	Soğuk (Ön) Pres .....	23
1.4.8.2.	Sıcak Pres .....	23
1.4.9.	Pres Sonrası İşlemler .....	24
1.5.	Yonga Levha Üretiminde Ağaç Türü ve Üretim Parametrelerinin Etkisi .....	24
2.	YAPILAN ÇALIŞMALAR .....	28
2.1.	Deneme Materyali .....	28
2.1.1.	Ağaç Malzeme .....	28
2.1.2.	Tutkal .....	29
2.1.3.	Sertleştirici ve Hidrofobik Madde .....	29
2.2.	Deneme Levhalarının Üretimi .....	30
2.3.	Araştırma Yöntemi .....	33
2.3.1.	Anatomik Çalışmalar .....	33
2.3.1.1.	Anatomik İncelemeler İçin Kesitlerin Hazırlanması .....	34
2.3.1.2.	Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi .....	34
2.3.1.3.	Ölçüm ve Sayımların Yapılması .....	35
2.3.2.	Yoğunluk .....	35
2.3.2.1.	Hava Kuru Yoğunluk .....	35
2.3.2.2.	Tam Kuru Yoğunluk .....	37
2.3.3.	Fiziksel Özellikler .....	37
2.3.3.1.	Yoğunluk .....	37
2.3.3.2.	Rutubet Miktarı .....	38
2.3.3.3.	Su Alma Oranı .....	38

2.3.3.4.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı .....	39
2.3.4.	Mekanik Özellikler .....	39
2.3.4.1.	Eğilme Direnci.....	39
2.3.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	40
2.3.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci .....	41
2.3.4.4.	Vida Tutma Gücü.....	41
3.	BULGULAR.....	43
3.1.	Anatomik Özellikler .....	43
3.2.	Yoğunluk .....	46
3.3.	Fiziksel Özellikler .....	46
3.3.1.	Yoğunluk.....	46
3.3.2.	Rutubet Miktarı .....	48
3.3.3.	Su Alma Oranı .....	49
3.3.4.	Kalınlık Artışı .....	50
3.4.	Mekanik Özellikler .....	52
3.4.1.	Eğilme Direnci.....	52
3.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	54
3.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci .....	56
3.4.4.	Vida Tutma Gücü.....	58
4.	İRDELEME .....	60
4.1.	Anatomik Özellikler .....	60
4.2.	Yoğunluk.....	60
4.3.	Fiziksel Özellikler .....	61
4.3.1.	Yoğunluk.....	61
4.3.2.	Rutubet Miktarı .....	62
4.3.3.	Su Alma Oranı .....	63
4.3.4.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı .....	65
4.4.	Mekanik Özellikler .....	67
4.4.1.	Eğilme Direnci.....	67
4.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	68
4.4.3.	Yüzeye Dik Çekme Direnci .....	70
4.4.4.	Vida Tutma Gücü.....	71
5.	SONUÇLAR.....	73



5.1.	Anatomik Özellikler .....	73
5.2.	Yoğunluk .....	73
5.3.	Fiziksel Özellikler .....	74
5.3.1.	Yoğunluk.....	74
5.3.2.	Rutubet Miktarı .....	74
5.3.3.	Su Alma Miktarı.....	74
5.3.4.	Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı .....	74
5.4.	Mekanik Özellikler .....	75
5.4.1.	Eğilme Direnci.....	75
5.4.2.	Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	75
5.4.3.	Yüze Dik Çekme Direnci.....	76
5.4.4.	Vida Tutma Gücü.....	76
6.	ÖNERİLER.....	77
7.	KAYNAKLAR.....	79
ÖZGEÇMİŞ		

Yüksek Lisans Tezi

ÖZET

SAKALLI KIZILAĞAÇ (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) ODUNUNDAN FARKLI  
ÜRETİM KOŞULLARINDA ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN TEKNOLOJİK  
ÖZELLİKLERİ

İlknur KUMAŞ

Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı  
Danışman: Prof.Dr. Hülya KALAYCIOĞLU  
2013, 85 Sayfa

Bu tez çalışmasında; örnek ağaçların alındığı alan, yonga kurutma sıcaklığı ve pres şartlarında farklılıklar uygulanarak sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunundan üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Bu amaçla; Karadeniz Teknik Üniversitesi Kampüs ve Trabzon Çamoba'dan alınan odunlardan elde edilen yongalara kurutma sıcaklığı 120, 150 ve 170°C, pres sıcaklığı 150 ve 200°C ve pres süresi 5 ve 7dk uygulanmıştır. Örnekler; yoğunluk (TS EN 323/1), rutubet miktarı (TS EN 322), su alma oranı ve kalınlık artışı, (ASTM D1037, TS EN 317), eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü ( TS EN 310), yüzeye dik çekme direnci (TS EN 319) ve vida tutma gücü (TS EN 320) testlerine tabi tutulmuştur. Örnek alanı yükseltisinin artması ile yoğunluk değerleri azalırken, pres sıcaklık ve süresinin artması ile artmıştır. Örnek alanı yükseltisi, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin artmasıyla su alma oranı ve kalınlık artışında iyileşme olmuştur. Pres sıcaklık ve süresinin artması ve yonga kurutma sıcaklığının azalmasıyla levhaların eğilme, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme dirençleri artmıştır. Yükseltisinin artması ile eğilme ve yüzeye dik çekme dirençleri azalmıştır. Pres süresinin artması ile levhaların vida tutma gücü değerleri artmıştır. Üretim şartlarının değiştirilerek çalışmaların sürdürülmesi önerilebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sakallı kızılağaç, Yonga kurutma sıcaklığı, Pres şartları, Anatomik özellikler, Fiziksel ve mekanik özellikler.

Master Thesis

SUMMARY

PRODUCTION OF DIFFERENT CONDITIONS ON THE TECHNOLOGICAL  
PROPERTIES OF PARTICLEBOARD MANUFACTURED FROM ALDER (*Alnus  
glutinosa* subsp. *Barbata*)

İlknur KUMAŞ

Karadeniz Technical University  
The Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Forest Industry Engineering Graduate Program  
Supervisor: Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU  
2013, 85 Pages

In this thesis, area of the sample trees, chip drying temperature and press condition variations of some technological properties of particleboard produced from Alder (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) was investigated. Therefore, the chips produced from wood taken KTÜ Campus and Çamoba. Drying temperature of 120, 150 and 170°C, press temperature of 150 and 200°C, press time of 5 and 7 minutes was applied, respectively. Samples were subjected to moisture content (TS EN 322), density (TS EN 323/1), water absorption and thickness swelling (ASTM D1037, TS EN 317), modulus of rupture and modulus of elasticity (TS EN 310), internal bond strength (TS EN 319) and screw withdrawal resistance (TS EN 320) tests. . While increase of the altitude sample area density was decreased, increasing of press temperature and press time was increased. With increase of the, chip drying temperature, press temperature and time has a positive effect on the absorption and thickness swelling. With increase of press temperature and time plates and decreasing of altitude sample are have a positive effect on the modulus of rupture, modulus of elasticity and internal bond strength. The increases of altitude sample area weaken effect on modulus of rupture and internal bond strength and increasing of press time. Increased press time strengthen effect on withdrawal resistance. It is suggested that the continuation of work by changing production conditions.

**Key Words:** Black alder, Chips drying temperature, Press conditions, Anatomic factors, Physical and mechanical properties

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Türkiye’de yıllara göre orman varlığı .....	2
Şekil 2. Kızılağaç yayılış alanları.....	5
Şekil 3. Üre, formaldehit ve üre formaldehitin oluşumu.....	11
Şekil 4. Mono-(a) di-(b) ve trimetilol(c) üre oluşumu.....	12
Şekil 5. Üre formaldehit kondenzasyon aşamaları.....	13
Şekil 6. Kondenzasyon ve katılma reaksiyonlarının pH değerleri.....	13
Şekil 7. Depolama ile yonga yapısında meydana gelen değişimler.....	18
Şekil 8. Yonga ve ince materyalin depolanması.....	19
Şekil 9. Endüstriyel yonga temizlemede kullanılan rüzgarlı ve diskli elekler .....	20
Şekil 10. Vötsch Industrietechnik VC <sup>3</sup> 4060 iklimlendirme kabini .....	30
Şekil 11. Laboratuvar tipi tutkallama makinesi .....	31
Şekil 12. Bürkle LA 160 model laboratuvar tipi pres .....	32
Şekil 13. Mekanik denemelerde kullanılan üniversal test makinesi .....	42
Şekil 14. <i>Alnus glutinosa</i> odunu .....	45
Şekil 15. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin yoğunluk değerlerine etkisi .....	61
Şekil 16. Deneme levhalarının rutubet miktarı .....	62
Şekil 17. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 2 saat suda bekletme sonunda su alma oranlarına etkisi .....	63
Şekil 18. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 24 saat suda bekletme sonunda su alma oranlarına etkisi .....	64
Şekil 19. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 2 saat suda bekletme sonunda kalınlık artışına etkisi .....	65
Şekil 20. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 24 saat suda bekletme sonunda kalınlık artışına etkisi .....	66
Şekil 21. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin eğilme direncine etkisi.....	67
Şekil 22. Yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkisi.....	69
Şekil 23. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin yüzeye dik çekme direncine etkisi.....	70

Şekil 24. Presleme süresinin vida tutma gücü değerlerine etkisi ..... 72

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Dünya orman varlığı .....	1
Tablo 2. Türkiye’de ki odun esaslı levha ürünlerinin üretim, ithalat ve ihracatı .....	3
Tablo 3. Orman alanlarının işletme sınıfı asli ağaç türlerine göre dağılımı.....	5
Tablo 4. Depolama esnasında hammaddedeki değişimler .....	18
Tablo 5. Sakallı kızılâğaç odununun fiziksel ve mekanik özellikleri .....	29
Tablo 6. Levha üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri.....	29
Tablo 7. Levha grupları ve üretim şartları.....	33
Tablo 8. Sakallı kızılâğaç odun örneklerinin anatomik ölçüm değerleri.....	43
Tablo 9. Anatomik özelliklere ait iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi sonuçları .....	43
Tablo 10. Odunların hava kurusu ve tam kuru yoğunluk değerleri .....	46
Tablo 11. Yoğunluk değerlerine ait iki ortalamalar arasındaki farkın önemlilik testi sonuçları .....	46
Tablo 12. Levhalarının ortalama yoğunluk değerleri.....	47
Tablo 13. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının yoğunluk değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları.....	47
Tablo 14. Levhaların ortalama rutubet değerleri .....	48
Tablo 15. Levhaların su alma değerleri .....	49
Tablo 16. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının su alma oranına etkilerine ait varyans analiz sonuçları .....	50
Tablo 17. Kurutma sıcaklığının su almaları etkisine ait Duncan test sonuçları .....	50
Tablo 18. Levhaların kalınlık artış değerleri.....	51
Tablo 19. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının kalınlık artışına etkilerine ait varyans analiz sonuçları .....	51
Tablo 20. Kurutma sıcaklığının kalınlık artımları etkisine ait Duncan test sonuçları .....	52
Tablo 21. Levhalarının eğilme direnci değerleri .....	53
Tablo 22. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının eğilme direnç değerleri etkilerine ait varyans analiz sonuçları .....	53
Tablo 23. Kurutma sıcaklığının eğilme direnci etkisine ait Duncan test sonuçları.....	54
Tablo 24. Levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri .....	55

Tablo 25.	Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları .....	55
Tablo 26.	Kurutma sıcaklığının eğilmede elastikiyet modülüne etkisine ait Duncan test sonuçlar .....	56
Tablo 27.	Levhalarının yüzeye dik çekme değerleri .....	56
Tablo 28.	Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının çekme direnç değerlerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları.....	57
Tablo 29.	Yonga kurutma sıcaklığının yüzeye dik çekme direnci değerlerine etkisine ait Duncan test sonuçları .....	57
Tablo 30.	Levhalarının vida tutma gücü değerleri .....	58
Tablo 31.	Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının vida tutma değerlerine etkilerine ait çoğul varyans analiz sonuçları .....	59

## SEMBOLLER DİZİNİ

ED	: Eğilme Direnci
ha	: Hektar
EEM	: Eğilmede elastikiyet modülü
MDF	: Orta yoğunluklu liflevha
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
S	: Standart sapma
V	: Varyasyon katsayısı
X	: Aritmetik ortalama
N	: Örnek Sayısı



## 1. GENEL BİLGİLER

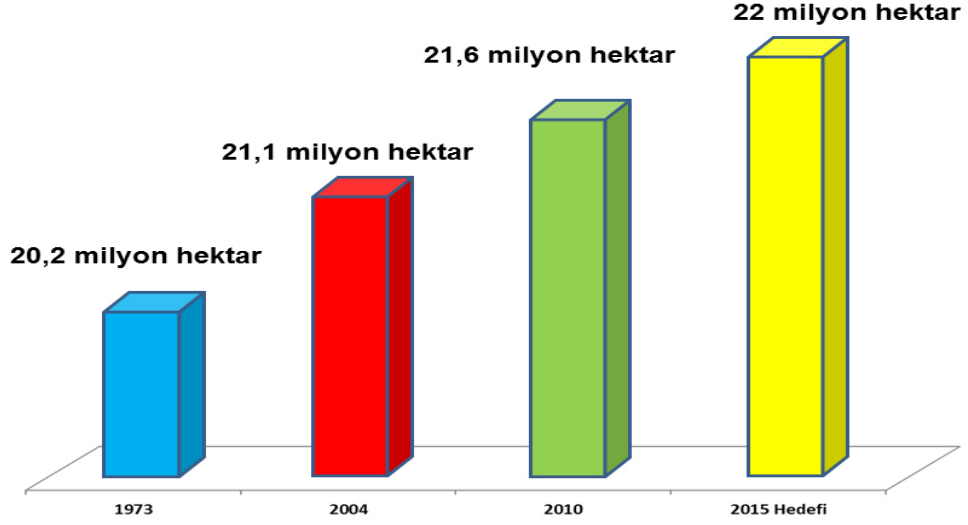
### 1.1. Giriş

Gelişen teknoloji, nüfus artışı ve çeşitli kampanyalar dünyada büyük bir tüketime yol açmaktadır. Buna karşın üretimde kullanılan kaynaklar kıttır ve günümüzde üretimi karşılamaya yetmemektedir. İlerleyen zamanlarda ise tamamen yetersiz olacaktır. Kıt olan kaynakların sürekliliğini sağlamak ve bu kaynaklara alternatif ürünler geliştirmek gibi çözüm yolları aranmaktadır.

İnsanların rahat bir nefes aldığı yer olan ormanlardan elde edilen 10 bin farklı ürün günlük yaşantıya girmiştir. Yaşam alanlarında ağaç malzemeden üretilmiş birçok eşya bulunmakta olup, bitmeyen tüketim çılgınlığı ile bu eşyaların sürekli değiştirildiği görülmektedir. Ağaç malzemeden üretilen ürünler; güzel görünümü, sağlıklı ve ucuz olması, geri dönüştürülebilirliği gibi birçok avantajlarıyla diğer ürünlere göre daha çok tercih edilmektedir. Burada en büyük problem sınırlı olan orman kaynaklarının bu sektöre nereye kadar yetebileceğidir. Dünya ve ülkemizde bulunan orman kaynakları Tablo 1 ve Şekil 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Dünya orman varlığı (URL-1, 2012)

Yıllara Göre Orman Alanı (milyon hektar)			
Bölgeler	1990	2000	2010
Afrika	749	709	674
Asya	576	570	593
Avrupa	989	998	1005
Kuzey Amerika	708	705	705
Güney Amerika	946	904	864
Okyanusya	199	198	191
<b>DÜNYA</b>	<b>4168</b>	<b>4085</b>	<b>4033</b>



Şekil 1. Türkiye’de yıllara göre orman varlığı (URL-2, 2013)

Tablo 1 ve Şekil 1’e göre orman alanlarının miktarı dünyada azalırken, Türkiye’de artmaktadır. Dünyada orman alanlarının artırılması için çeşitli araştırmalar yapılmaktadır. Bunlardan biride orman kaynaklarının sürdürülebilirliği kavramıdır. Bu kavramla her kıta kendi orman varlığını büyütme çalışmalarına başlamıştır. Bu hem ormandan faydalanmayı hem de odun hammaddesi temini açısından sıkıntı çekmemeyi sağlayacaktır.

Orman ürünleri sektöründe en fazla hammadde mobilya sektöründe kullanılmaktadır. Mobilya levha sektörünün planlı montaj aşamasıdır. Levha sektörü; yonga ve liflevha, kontrplak gibi tabakalı ürünleri içermektedir. Geçmişte odun masif olarak kullanılmakta iken günümüzde hem nüfus artışı hemde düzgün gövdeli sağlam odunun az bulunması ve bununda üretimi karşılayamaması odunun %100 kullanımını gerektirmektedir. Kompozit malzeme olan yonga ve liflevha, kontrplak gibi ürünlere dönüştürülen odundan daha az kusurlu malzeme üretilirken, endüstri atıkları da değerlendirilmektedir (Kalaycıoğlu, 1987).

Kullanım alanı yaygın olan yongalevha; mobilya, yer döşemeleri, merdiven basamakları, ofis mobilyası, mutfak tezgâhları, sürgülü ve normal kapılar, iç ortam kaplamaları, eğitim kurumları, laboratuvarlar, inşaatlar, oyun masaları hoparlör ve diğer endüstriyel üretimlerde kullanılmaktadır (Nemli ve Aydın, 2007; Anon, 1996). Yongalevhaların bu kadar tercih edilmesinin nedenleri; kalitenin tüketici ihtiyaçlarına göre ayarlanması, daha fazla endüstri atıklarından faydalanabilme, tutkallama tekniklerinin geliştirilmesi, düzgün yüzeyli levhaların elde edilmesi, kaplanabilir olması, su ve rutubete

karşı dayanımının artırılması, istenilen kalınlıkta üretilebilmesi, çivi, vida ve tutkal illa birleştirilebilmesi, homojen bir yapı ve kullanım yerine göre fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olması, mantar ve böceklerle karşı dayanıklı ve çalışma miktarının az olmasıdır (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

FAOSTAT verilerine göre 2011 yılında yongalevha üretimi, ithalat ve ihracatı MDF ve kontrplağa göre artış göstermektedir. Tablo 2’de her üç ürünün yıllara göre ithalat ve ihracatı gösterilmektedir (URL-3, 2012).

Tablo 2. Türkiye’de ki odun esaslı levha ürünlerinin üretim, ithalat ve ihracatı

Ürünler	2011 (1000m <sup>3</sup> )			2010 (1000m <sup>3</sup> )			2009 (1000m <sup>3</sup> )		
	Üretim	İthal	İhraç	Üretim	İthal	İhraç	Üretim	İthal	İhraç
Yonga	3620	332	317	3100	367	264	2350	244	254
MDF	3570	311	556	3265	232	538	2916	172	456
Kontrplak	115	244	175	110	190	45,08	100	127,5	20,7

Kızılağaç yurdumuzda ağaçlandırılmaya konu olan ve hızlı büyüyen yerli türlerden biridir (Yılmaz, 1996). Dünyada ağaçlandırma çalışmalarının %10’u hızlı gelişen türler ile gerçekleştirilmekte ve 14m<sup>3</sup>yıl/ha’dan daha fazla bir artım alındığı belirtilmektedir (Üçler ve Turna, 2003).

Ülkemizde 13,2 milyon ha bozuk ve çok bozuk orman sahası bulunmaktadır. Tarımsal kullanıma uygun olmayan 6 milyon ha arazinin de ağaçlandırma sahaslarına ayrılması gerekmektedir. Hızlı büyüyen ağaç türlerinin bu arazilerde yetiştirilmesi ile orman ürünleri endüstrisi ve kâğıt endüstrisinde hammadde açığının giderilmesi sağlanacaktır (Günlü, 2003).

Doğu Karadeniz Bölgesinde kızılağaç alanlarının geliştirilmesi ile ülkemizin gereksinim duyduğu endüstriyel odun hammaddesi açığına destek olmada önemli bir rol oynayacaktır (Üçler, 1998).

İğne yapraklı odunların ısı değeri 4600 kcal/kg, yapraklı ağaç odunlarının ısı değeri 4600 kcal/kg, kızılağaç odununun ısı değeri ise 3854 kcal/kg’dır. Yöre halkı ısı değerinin düşük olmasından dolayı bu odunu yakacak olarak tercih etmemektedir (Küçük, 1978). Buda kızılağaç odununun endüstriyel alanda kullanım olasılığını artırmaktadır.

## 1.2. Kızılağaç Hakkında Genel Bilgiler

*Fagales* takımının *Betulaceae* familyasının *Alnus* cinsine ait olan kızılbaş dünya üzerinde çok geniş bir coğrafi yayılışa sahiptir. Tüm Avrupa, Kuzey Afrika, Kafkasya, Türkiye, İran, Sibirya ve Japonya'da yayılış göstermektedir (Yaltırık, 1993). Bu cinsin, Kuzey yarımküresinin ılıman ve serin bölgelerinde yayılmış 30 kadar türü vardır. Güney'e doğru inildikçe birçok taksonu kaybolur; pek azı da yüksek dağlık bölgelerde sınırlı bir yayılış göstermektedir (Yaltırık, 1970).

Cinsin Türkiye'de mevcut taksonları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda, iki türe bağlı altı taksonun yetiştiği bilinmektedir. Bunlar (Anşin ve Özkan, 1997);

*Alnus glutinosa* (Adi Kızılağaç)

*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*

*Alnus glutinosa* subsp. *glutinosa*

*Alnus glutinosa* subsp. *antitaurica*

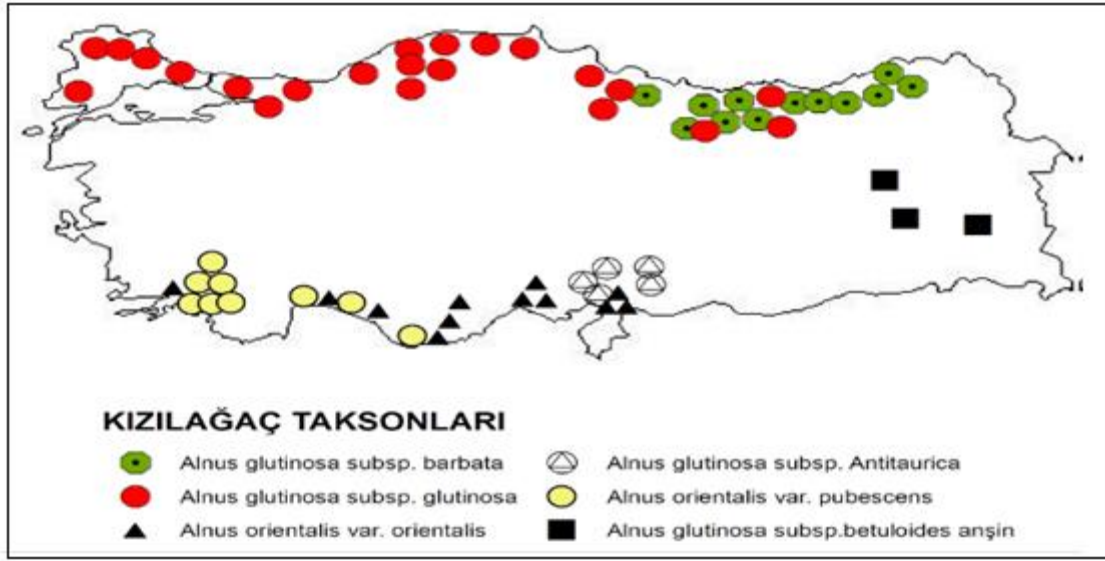
*Alnus glutinosa* subsp. *betuloides*

*Alnus orientalis* (Doğu Kızılağacı)

*Alnus orientalis* var. *orientalis*

*Alnus orientalis* var. *pubescens*.

*Alnus glutinosa* subsp. *glutinosa* Trakya, Marmara çevresi, Batı Karadeniz ve kısmen Doğu Karadeniz Bölgeleri ile Muş (Hasköy, Pirtiken Deresi), Bitlis (Hizan), Maraş (Andırın, Çuhadarlı) gibi Doğu ve Güney Doğu Anadolu'da; *Alnus glutinosa* subsp. *antitaurica*, takson'u Adana'da Kozan-Feke arasında, Karataş, Çaydöner yakınında, Hatay-Osmaniye, Yarpuz'da, Maraş Göksu'nun 5km güneyinde 300-1600m yükseltiler arasında; *Alnus glutinosa* subsp. *betuloides*, Doğu Anadolu'da Erzurum, Bingöl, Bitlis illerinde; *Alnus orientalis*, Decne, Doğu Akdeniz Bölgesi'nde yayılış göstermektedir (Yaltırık, 1970; Anşin ve Özder, 1993). Kızılağaç taksonları ülkemizde 99 984 ha normal, 41 134 ha bozuk olmak üzere toplam 141 119 ha alanda yayılış göstermektedir. Tablo 3'de kızılbaş ve diğere ağaç türlerinin Türkiye'de yayılış alanları verilmiştir (URL-4, 2012).



Şekil 2. Kızılağaç yayılış alanları (OGM, 2006)

Tablo 3. Orman alanlarının işletme sınıfı asli ağaç türlerine göre dağılımı (URL-4, 2012)

Ağaç türleri grupları	Orman alanı		
	Normal (ha)	Bozuk (ha)	Toplam (ha)
Kızılağaç	3.207.914	2.646.759	5.854.673
Meşe	2.105.937	3.046.624	5.152.562
Karaçam	2.580.193	2.112.867	4.693.060
Kayın	1.621.257	340.403	1.961.660
Sarıçam	751.060	728.588	1.476.648
Göknar	406.989	263.400	670.390
Ardıç	91.234	484.081	575.315
Sedir	220.328	243.193	463.521
Ladin	230.212	104.260	334.472
Kızılağaç	99.984	41.134	141.119
Kestane	75.249	35.795	111.044
Fıstıkçamı	60.889	28.139	89.028
Gürgen	15.235	4.727	19.962
Ihlamur	9.577	1.946	11.523
Dişbudak	8.495	948	9.444
Kavak	1.871	4.676	6.547
Okaliptüs	2.398	130	2.528
Diğer Türler	69.846	31.796	2.528
<b>TOPLAM</b>	<b>11.558.668</b>	<b>10.119.466</b>	<b>21.678.13</b>

*Ainus glutinosa* subsp. *barbata* Doğu Karadeniz Bölgesi'nde yayılış göstermektedir. Ordu, Giresun, Gümüşhane, Trabzon, Rize ve Artvin illeri dâhilinde kalan yapraklı ormanlar ile saf ladin ormanlarında, rutubetli yamaçlar, vadi tabanları ve dere kenarlarında yetişmektedir. Deniz seviyesinden 1700m'ye kadar çıkabilmektedir (Yaltırık, 1970). *Ainus*

*glutinosa* subsp. *barbata* diğer *Alnus glutinosa* (Adi kızılağaç) türlerine göre daha hızlı büyümektedir. Bu ağacın nem isteği türlerine göre fazladır (Saatçioğlu, 1976; Saraçoğlu, 1988).

### 1.2.1. Kızılağacın Botaniksel Özellikleri

Kızılağaçlar, kışın yaprağını döken ağaç yâda boylu çalı halinde odunsu bir bitki olup, genç sürgünler köşeli, tomurcuk belirgin saplıdır. Sympodial büyüme yaparlar (Ager ve Stettler 1994; Erdem 2007). Odunları hafif olup hava ile temas ettiğinde kırmızıya dönen bir renk almaktadır (Anşin ve Özkan, 1997; Erdem, 2007).

Bu çalışmada kullanılan *Alnus glutinosa* subsp. *barbata* 20-25m boylanabilen, düzgün gövdeli bir ağaç bazen de ağaççık ve çalı şeklindedir. Bu alttürde yapraklar geniş yumurta yâda elips biçimindedir, taze halde yapışkan değildir. Yaprakların ilk başta her iki yüzü de yumuşak tüylüdür, sonraları üst yüzündeki tüyler dökülür. Yaprakların alt yüzünde damarların birleştiği yerde kirli sarı kırmızı tüy demetleri vardır bu nedenle bu taksona ‘Sakallı Kızılağaç’ adı verilmektedir. Yaprakların ucu çoğunlukla küttür. Yan damar sayısı 8-11 çifttir (Yaltırık, 1970).

Nemli yamaçlarda, sahil arazisinde, dere içlerinde bulunan sakallı kızılağaç 1800m yüksekliğe kadar çıkabilmektedir. Saf meşçereler oluşturduğu gibi, genellikle diğer ağaç türleri (kayın, gürgen, kestane, ladin, sarıçam, meşe) ile karışık meşçereler oluşturabilir (Saraçoğlu, 1988).

### 1.2.2. Kızılağacın Yetiştirme Ortamı İstekleri

Kızılağacın ıslak, bataklık ve drenajı güç sahalarda yetişebildiği, köklerinin oksijen yetersizliğine dayanıklı olduğu ve su kaynaklarının kıyı ve yakın çevreleri için çok uygun olduğu belirtilmektedir (Ürgenç, 1992). Kızılağaç, yüksek oranda ışık ve mineral içeren toprakları tercih etmektedir (Harrington vd., 1994).

Kızılağaç genellikle ışık ağacı (yarı ışık ağacı) özelliğinde olup, optimal yetiştirme ortamlarında yüksek ışık ihtiyacı azalır. Gelişimi için uygun koşulları bulan kızılağaç düzgün ve dolgun gövde oluşturduğu, 30m’ye kadar boy yapabildiği belirtilmektedir

(Saraçoğlu, 1988; Yılmaz, 1996). Genel olarak serin ve nemli yerlerin ağacıdır (Yaltırık, 1970).

Köklerinde havadaki serbest azotu tutan bakterilerle yumrular vardır. Bunlar toprağı azotça zenginleştirir. Bu sayede kıızılağaçlar fakir toprakları ıslah ederek orada yaşayabilir. (URL-5, 2013). Ayrıca kıızılağaç yaprağı toprağı organik maddece zenginleştirmektedir (Yılmaz, 1996).

Heyelan yâda aşınım'a uğramış topraklarda kıızılağaç kolay ve hızlı bir gelişim göstermektedir. Bu tür alanlara öncü ağaç olarak yerleşip bu sahaların ıslah edilme çalışmasında kullanılmaktadır (Yılmaz, 1996).

### 1.2.3. Kıızılağaç Odununun Teknolojik Özellikleri

Kızılağaç odununun renk tonu kırmızımsı, beyazla açık kırmızı ve kahverengi arasında değişmektedir. Odunu yumuşak, hafif, kolay yarıp işlenebilir, çalışması azdır ama direnç özellikleri düşüktür. Kesilen kıızılağaç odunu açık hava şartlarına maruz bırakıldığında ardaklanma oluşur ve zamanla çürür (Bozkurt ve Göker, 1981; Bostancı, 1985; Saraçoğlu, 1988). Sakallı kıızılağaç odununun; tam kuru özgül ağırlığı 0,40-0,56gr/cm<sup>3</sup>, hava kurusu özgül ağırlığı 0,49-0,60gr/cm<sup>3</sup> (Merev, 1983), radial yönde daralması %5,4, teğet yönde daralması %8,6, hacmen daralması %14,1, basınç direnci 388-528Kp/cm<sup>2</sup>, liflere dik yönde çekme direnci 19,9-30,9Kp/cm<sup>2</sup>, liflere paralel yönde çekme direnci 301-881Kp/cm<sup>2</sup>, eğilme direnci 726-950Kp/cm<sup>2</sup> ve dinamik eğilme direnci 0,53-0,67Kp/cm<sup>2</sup>'dir (Gürsu, 1967).

### 1.2.4. Kıızılağaç Odununun Kullanım Alanları

Kızılağaç odununun gelişimi ilk 10 ve 20 yıl içinde çok hızlı iken sonradan yavaşlamaya başlar. Kısa sürede gelişimi bu ağacın; kaplama kontrplak, yonga levha, MDF, emprenye edildiğinde çit kazığı, kurşun kalem, kibrit, el aletleri, mobilya, kâğıt hamuru, ambalaj sanayi, puro kutusu ve yakacak odun gibi alanlarda kullanmasına imkân sağlamaktadır (Akyüz, 1998; Erdem, 2007).

Kızılağaç odunu açık hava şartlarına maruz kalırsa ardaklanarak çürür. Dikili iken açık hava şartlarında 20 yıl, kuru olmak şartıyla yine açık hava şartlarında ise 400 yıldan

fazla yaşayabilmektedir. Kızılağaç odunu devamlı su içinde bulunduğu zaman büyük bir dayanım göstermekte, taş gibi sertleşmekte ve rengi siyaha dönmektedir (Gürsu, 1967).

Kızılağaç kabuğundan elde edilen salinan; kolera, mide krampı ve ağrıların tedavisinde kullanılır (Heinsen, 1972; Erdem, 2007). Kabuklarından yapılan içecek anemi, soğuk algınlığı ve ağrıların hafifletilmesi için kullanılır. Kabukların kaynatılmasıyla üretilen losyon ağrılı ve tahriş olmuş ciltlerin tedavisinde kullanılır (Godric, Lawson ve Lawson, 1980; Erdem, 2007).

### **1.3. Yongalevha Üretimi**

#### **1.3.1. Yongalevhanın Tanımı ve Tarihsel Gelişimi**

Yongalevha TS EN 309 (2008) standardında odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongalara tutkal ilave edilerek ve yongaların tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi ile oluşan geniş yüzeyli levha olarak tanımlanmıştır.

TS 2129 (2012)'ye göre yongalevha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile üretilen levhalardır.

Yongalevhalar; kullanılan hammadde türü, özgül ağırlıkları, tabaka sayıları, yonga boyut ve şekilleri, bağlayıcı madde türü, presleme tekniği, presleme tipleri, yüzey kaplama malzeme türü ve kullanım yerlerine göre ayrı ayrı sınıflandırılmaktadır.

Yongalevhanın ilk olarak endüstriyel üretimi 1941 yılında Almanya'da Torfit-Werke G.A. firması tarafından Bremen Hemelingen'de başlatılmıştır (Deppe ve Ernst, 1964).

Ülkemizde ilk yongalevha fabrikası 1953 yılında İstanbul-Kartal'da kuruldu ve fabrikanın yıllık kapasitesi 30000m<sup>3</sup>'tü (Mistepe, 2006; Karakuş, 2007). Gün geçtikçe kurulan yongalevha fabrikalarının sayısı ve kapasitesi artmıştır.



### 1.3.2. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

#### 1.3.2.1. Ağaç Malzeme

Yongalevha üretiminde kullanılan ağaç malzeme TS 1351 (2010)'e göre; boyu 0,5 – 2m, ince uç çapı en az 4cm, kalın uç çapı en çok 20cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20cm'den küçük atık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2mm olan testere talaşı kullanılabilir.

Kullanılacak ağaç malzeme hammadde olarak levhanın büyük bir kısmını oluşturduğundan levha kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ağaç malzemenin yoğunluğu, pH değeri, yongalama sırasındaki rutubeti, ekstraktif madde miktarı gibi özellikler levhayı doğrudan etkilemektedir (Akbulut, 1995).

Düşük özgül kütleyle sahip olan ağaç türlerinin sıkıştırılması kolay olduğundan yongalevha endüstrisinde tercih edilir (Göker ve Akbulut, 1992). Ancak bu ağaç türlerinin tutkalı fazla emerek maliyeti artırması ve istenilen boyutlarda elde edilememesi (ufalanması) gibi sıkıntıları da bulunmaktadır (Göker, 1978). Yüksek özgül ağırlığa sahip ağaçlar sert olması, yongalama güçlükleri ve makine bıçaklarının keskinliğinin kaybetmesine neden olduğundan tercih edilmezler (Göker, 1978). Orta özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin bulunması kolay ve ucuz olursa tercih edilebilir (Göker ve Akbulut, 1992). Genellikle yonga levha üretiminde 400-700 kg/m<sup>3</sup> özgül ağırlığa sahip ağaç türleri tercih edilmektedir (Göker, 1978). İğne yapraklı ağaçlar ve ıhlamur odunundan üretilen levhaların, kayın meşe, huş, kavak, söğütten üretilen levhalardan fiziksel ve mekanik olarak daha iyi özellikler gösterdiği belirlenmiştir (Iosifov, 1991). Yüksek ve düşük yoğunluktaki türler bir arada kullanılacak ise; düşük özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin dış tabaka da, yüksek özgül ağırlıktaki ağaç türlerinin ise orta tabaka da kullanımı tercih edilebilir (Carl, 1994).

Ağaç türünün pH değerinin etkisi tutkal sertleşmesinde ortaya çıkmaktadır. Kullanılacak olan tutkal reçetesi ağacın pH değerine göre hazırlanır. Birden fazla hammadde kullanılacaksa pH değerleri birbirine yakın olan türler tercih edilmelidir. Eğer pH değerleri farklı ise tutkala katılacak sertleştirici madde miktarı en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Bu durumda düşük pH değerine sahip yongalar erken sertleşeceği için levhanın kalite özelliklerini azaltacaktır. İdeal olarak pH değerleri 4 – 5 arasında olan ağaç türleri tercih edilmelidir (Göker ve Akbulut, 1992).

Ağaç türünün permeabilitesi (geçirgenlik) fazla tutkal kullanımına neden olmaktadır. Permeabilitesi yüksek ağaçlardan üretilen yongalar daha çok tutkal absorbe ederler. Az permeabil türlerde tutkalı yeteri kadar absorbe edemeyeceğinden yapışma direncini düşürür. Bu sebeple orta permeabil ağaç türleri tercih edilmelidir (Lynam, 1969).

Yonga levhada kullanılacak odun rutubetinin %30-60 arasında olması istenmektedir. Düşük rutubetteki odunun yongalaması ve elenmesi sırasında toz miktarı artar ve tutkallamada çok tutkal emerek yapışma direncini zayıflatır. Yüksek rutubetteki odundan elde edilen yongaların yüzeyi pürüzlü olur, kurutma maliyeti artar ve pürüzlü yüzeyler tutkal sarfiyatına neden olur, yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma direnci düşer (Huş, 1979).

Ağaçta bulunan ekstraktif maddeler bazı durumlarda levhanın rutubete karşı direnç özelliklerini iyileştirir ve levhaya su iticilik özelliği kazandırır (Göker ve Akbulut, 1992).

### **1.3.2.2. Yapıştırıcılar**

#### **1.3.2.2.1. Organik Yapıştırıcılar**

Organik yapıştırıcılar sentetik ve doğal yapıştırıcılar olup, yongalevha endüstrisinde genellikle sentetik yapıştırıcılar kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Sentetik tutkallar; üre, melamin, fenol ve resorsin formaldehit, izosiyanat tutkallar olup, duroplastik reçinelerdir. Bu reçineler ısıtılarak önce yumuşamakta, daha fazla ısıtıldığında ise sertleşerek malzemeye bütün hale gelip eski haline dönmemektedir (Kalaycıoğlu, 1991).

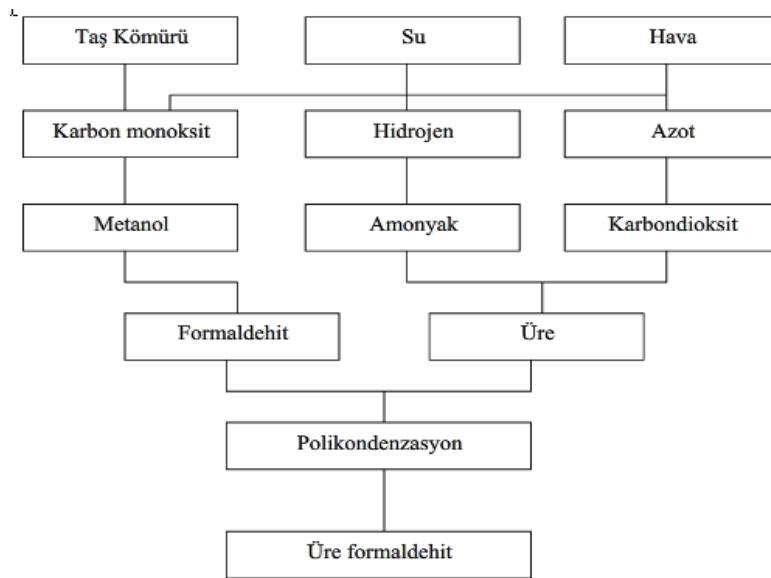
Yonga levha sektöründe en çok kullanılan üre formaldehit tutkalı iç hava koşullarındaki malzemelerin, fenolik ve izosiyanat tutkalları ise dış hava koşullarındaki malzemelerin üretiminde kullanılmaktadır. Tutkal kullanım miktarının artması ile odunun stabilitesi ve mekanik özellikleri iyileşmektedir. Ancak üretim maliyeti artmaktadır. Tutkalın tanecik küçüklüğü–büyüklüğü direnç özelliklerini etkilemektedir. Küçük tanecikli tutkallar daha iyi yapışma alanı oluşturarak levhanın direnç özelliklerini artırmaktadır (Göker ve Akbulut, 1992).

### 1.3.2.2.1.1. Sentetik Tutkallar

#### 1.3.2.2.1.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Üre formaldehit tutkalı üre ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu ile oluşur. Sıvı ve toz halde bulunan üre formaldehit tutkalı renginin şeffaflığı, maliyetinin ucuz olması, kısa sürede sertleşmesi, kolay temin edilmesi ve yanmaması gibi özelliklerinden dolayı yonga levha endüstrisinde en çok tercih edilen tutkaldır. Suya karşı dayanıklı olmayışı bu tutkalın kullanım alanını iç ortamlarda sınırlandırmaktadır (Frihart, 2005).

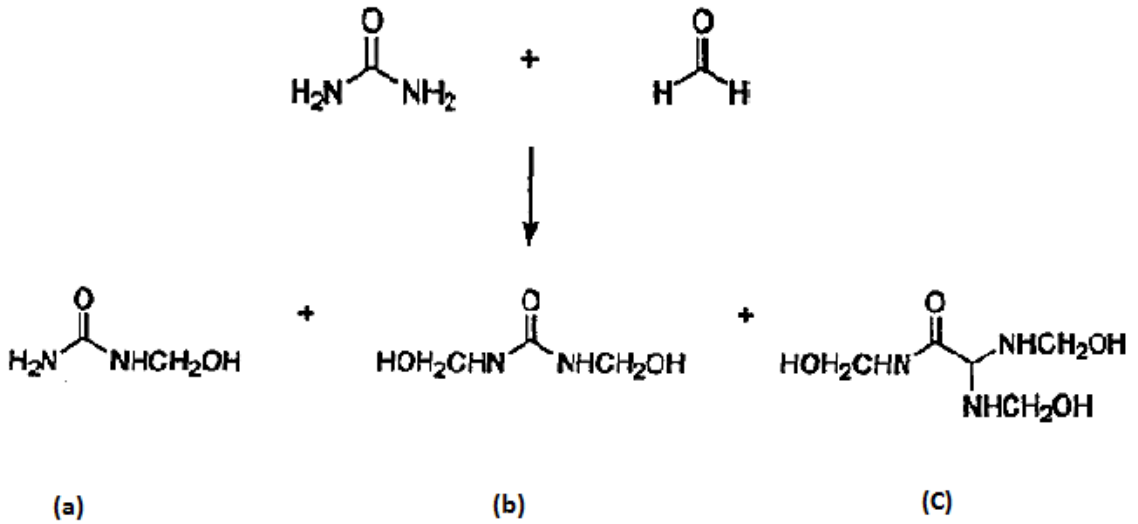
Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözülebilen kristal halde bir maddedir. Sıvı halde %100'lük sıvı amonyağın sıvı karbondioksit ile birleştirilmesi sonucu elde edilir. Bu tepkimede ara madde olarak amonyum karbominat oluşmakta buna ilave edilen amonyak ile su ayrışarak üre elde edilmektedir. Formaldehit ise, metanolün (maden kömürü, oksijen ve hidrojeninden metanol sentezi yoluyla elde edilir) katalitik oksidasyon hidrolizasyonu ile üretilmektedir (Özen, 1980). Şekil 3'te üre, formaldehit ve üre formaldehitin oluşumu şema olarak gösterilmiştir (Burdurlu, 1994).



Şekil 3. Üre, formaldehit ve üre formaldehitin oluşumu (Burdurlu, 1994)

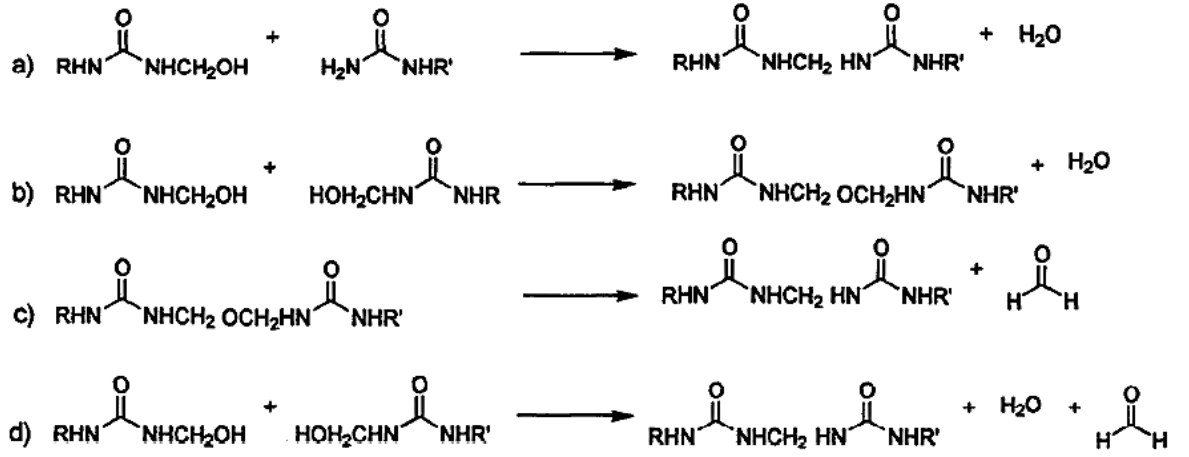
Üre formaldehit tutkalının %61'i yonga levha, %27'si MDF, %5'i kontrplakta ve %7'side mobilyaların yapıştırılması, levhaların kaplanması vb. yerlerde kullanılmaktadır (Salamone, 1996).

Amino grup reçineleri olarak adlandırılan ve sıcaklık ile sertleşen üre formaldehit reçinesi iki aşamada meydana gelmektedir. İlk aşamada üreye formaldehitin ilavesi ile hidroksimetil elde edilmektedir. Yani mono- di- ve trimetilol üre oluşum aşamasıdır. Bu aşama asidik ortamda, pH aralığı 8-9 arasında gerçekleşmektedir. Şekil 4'te mono-, di- ve trimetilol üre oluşumu gösterilmektedir (Salamone, 1996).



Şekil 4. Mono-(a) di-(b) ve trimetilol(c) üre oluşumu (Salamone, 1996)

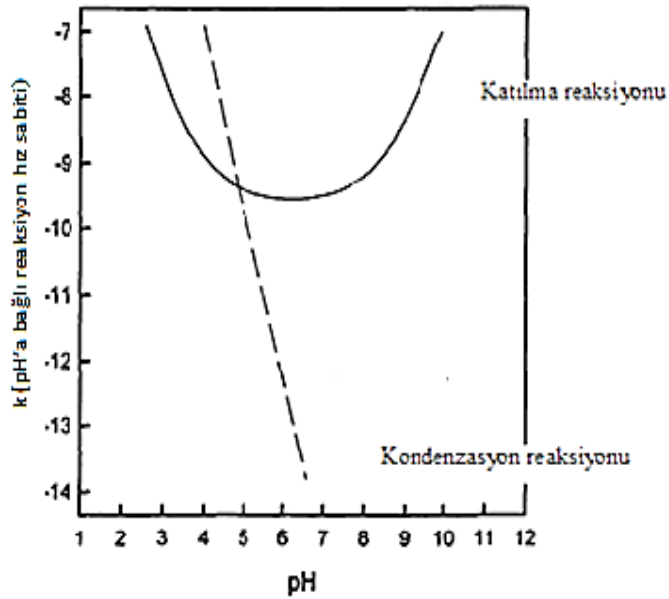
İkinci aşama; asidik ortamda (pH 5) gerçekleşen bir kondenzasyon reaksiyonu olup, istenilen viskoziteye gelinceye kadar reaksiyon devam ettirilir. Reaksiyon istenilen yere geldiğinde soğutulur ve nötralize edilir. İstenilen katı madde içeriğini elde etmek için kondenzasyon sonucu açığa çıkan su vakum damıtma yöntemi ile alınır ve genellikle %60-65'lik üre formaldehit reçinesi elde edilir. Şekil 5'te kondenzasyon reaksiyonunun üretim aşaması gösterilmektedir (Salamone, 1996).



Şekil 5. Üre formaldehit kondenzasyon aşamaları (Salamone, 1996)

Şekil 5 a' da amino nitrojen arasında metilen köprüleri oluşmakta, b'de metilen eter başlangıcı ve c'de devamı görülmekte, d'de ise metilen oluşumu tamamlanmaktadır.

Üre formaldehit reçinesine metilol aşamasında üre eklenir ve bu aşamada F/Ü mol oranı fazladır. Genellikle kondenzasyon reaksiyonunda ikinci kez üre ilave edilerek F/Ü mol oranını hem düşürülür hemde istenen oran elde edilir (Salamone, 1996). Şekil 6'da katılma ve kondenzasyon reaksiyonunda üre formaldehit reaksiyonunun gerçekleştiği pH değerleri gösterilmektedir(Salamone, 1996).



Şekil 6. Kondenzasyon ve katılma reaksiyonlarında pH değerleri (Salamone, 1996)

Üre formaldehit tutkalında bulunan serbest formaldehit, tutkalın çapraz bağ oluşturmasına yardımcı olarak sıcak preste sertleşmeyi hızlandırır (Seller, Miller ve Neih, 1990; Akbulut, 1998). Üre formaldehit tutkalı oduna selüloz zincirlerinin (OH<sup>-</sup>) grupları ile bağlanır. Dispersiyonu sulu olması ve polar özelliğiyle yongaları iyi ıslatır. Yonganın sertliğine göre değişen tutkal oranları yumuşak odunlarda tam kuru ağırlığa oranla %7-10, sert odunlarda ise %5-7' olarak kullanılır. Yapı malzemesi olarak kullanılan üç tabakalı yonga levhada dış tabaka da %9-12, orta tabaka'da %5-6'dır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Üre formaldehit tutkalı piyasada sıvı ve toz halde bulunur. Toz haldeki tutkalın dayanımı 1 yıl, sıvı halde ise birkaç aydır. Yinede piyasada sıvı halde satılır ve %55, %65'lik çözelti halinde bulunur. Üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum sülfat ya da amonyum klorür (NH<sub>4</sub>Cl) kullanılmaktadır (Güler, 2001)

#### **1.3.2.2.1.1.2. Melamin Formaldehit Tutkalı**

Genellikle tabakalı ağaç malzemeler ve yüzey kaplamalarındaki kâğıtların empenyesinde kullanılan melamin formaldehit tutkalı, melamin ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu sonucu oluşmaktadır. Kondenzasyon reaksiyonu üre formaldehit tutkalınıninkine benzemektedir. Reaksiyon pH değeri 5-6 olan bir çözeltide melamin ile formaldehit ½-3 mol oranında karıştırılmasıyla başlar, kondenzasyon ürünleri suda çözülür durumda iken çözeltinin nötrleştirilmesi ve soğutulmasıyla reaksiyon durdurulur. Tutkal üre formaldehit tutkalı gibi sıcak preste ısı ve sertleştiricinin etkisi ile reaksiyonuna kaldığı yerden devam eder. Melamin formaldehit tutkalı 90-140°C sıcaklıkta sertleştirici madde gerekmeksizin sertleşebilmektedir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Suya karşı dayanıklı olması melamin formaldehit'i üre formaldehit tutkalından üstün kılmaktadır. Ancak pahalı olduğundan tek başına kullanıldığında üretim maliyetini artırmaktadır. Genellikle melamin formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalı ile karıştırılarak hem daha ucuz, hem de suya karşı dirençli olarak üretilmiş olur (Pizzi, 1983).

Melamin formaldehit tutkalının sıvı çözeltisinin dayanım süresi çok kısadır. Bu tutkal toz halinde normal oda sıcaklığında 1 yıl depolanabilir.

### **1.3.2.2.1.1.3. Fenol Formaldehit Tutkalı**

Fenol formaldehit reçinesi fenol ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu ile oluşmaktadır. Asit yâda alkali katalizörlerle reaksiyona sokularak “novalak” ve “resol” adı verilen iki ayrı tutkal elde edilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Fenol ham petrol ürünü olup, bileşenleri tolüen ve benzendir.

Novalak tutkalı asidik koşullar altında oluşan tutkaldır. Tutkal reaksiyonunun devam etmesi için pH'ın 2 olması gerekir. Ancak odun malzemeye zarar veren bu asidik yapısından dolayı levha sektöründe kullanılmamaktadır (Özen 1980)

Fenol formaldehit tutkalı yongalar arasında kuvvetli yapışma sağlamakta, suya karşı direncini artırmakta, dayanım ve sertliğini olumlu yönde etkilemektedir (Nemli, 1995).

Bu tutkalla üretilen levhaların sıcak preste pres basıncı yüksek, presleme süresi uzundur (Özen, 1980). Fenol formaldehit tutkalı düşük sıcaklarda, ortamın pH değeri değişmemek şartıyla depolanabilir. Depolama süresi birkaç ay olabilir.

### **1.3.2.2.1.1.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı**

Pahalı bir tutkal olan resorsin formaldehit açık hava şartları, kaynar su, asitler, düşük konsantrasyonlu alkaliler ve diğer çözücülere karşı dayanıklıdır. Düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Genellikle diğer tutkallara, özellikle fenol formaldehit tutkalına belli oranlarda ilave edilir. Bu tutkal inşaat sektöründe, ağaç konstrüksiyonların yapıştırılmasında, uçak ve gemi inşaatlarında kullanılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012) .

### **1.3.2.2.1.1.5. İzosiyanat Tutkalı**

İzosiyanattutkalı rutubete karşı dayanıklı, yapışma direnci yüksek bir tutkaldır. Yapışma olayı amino grup ve fenoplastik tutkallarda ki gibi spesifik adhezyonla değil kimyasal bağla gerçekleşmektedir. Bu nedenle bu tutkalla üretilen levhalar çok sağlamdır. Difenilmetilol diizosiyanat tutkalı (DMDİ) ile üretilen levhalar formaldehit içermediğinden sağlığa zarar verici, pis ve rahatsız edici koku bulundurmaz. Ancak bu tutkalın sakıncası pres ve transport saçlarına yapışmasıdır (Kalaycıoğlu, 1991).

Difenilmetilol diizosiyanat tutkalı (DMDİ) sıvıdır, içerisinde su ve organik çözücü yoktur. Tutkallama esnasında yonga rutubeti artmaz ve pres süresi kısalmır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

### **1.3.2.3. Katkı Maddeleri**

#### **1.3.2.3.1. Sertleştirici Maddeler**

Tutkal çözeltilisine katılan sertleştirici madde, sıcak prese giren levha taslağının sonra kısa sürede sertleşmesi için kullanılmaktadır.

Her tutkal türü için farklı sertleştirici madde kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalı reaksiyonunu devam ettirmek için mutlaka sertleştirici kullanılması gerekir. Bunun için amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılır. Genellikle amonyum klorür tercih edilir.

Fenol formaldehit tutkalı yüksek sıcaklıklarda (135-155°C) sertleşmektedir. Ancak sertleşme süresinin kısaltılması için paraformaldehid veya potasyum karbonat kullanılır. Paraformaldehid kullanıldığında levhanın yüzeye dik çekme direncinde artış olurken, su alma ve kalınlık artışı değerlerinde bir azalma olduğu görülmektedir (Roffael ve Schneider, 1983; Nemli, 1995).

Melamin formaldehit tutkalı da yüksek sıcaklıklarda (90-140°C) sertleştirici katılmadan sertleşebilen tutkaldır. Serleştirme süresini hızlandırmak için amonyum sülfat ve potasyum persülfat kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1985; Nemli, 1995).

#### **1.3.2.3.2. Hidrofobik Maddeler**

Yonga levhada levhanın su alarak şişmesini önlemek ve boyutsal stabilitesini sağlamak için hidrofobik maddeler kullanılır. Bu maddeler levhanın su almasını tamamen engellemezler sadece su alma hızını yavaşlatırlar.

Hidrofobik maddeler parafin ve mumlardır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Parafin kullanımı tam kuru yonga ağırlığına oranla %1 veya daha az olmalıdır. Daha fazla kullanıldığında levhanın direnç değerlerini düşürebilir (Göker ve Akbulut, 1992).



### 1.3.2.3.3. Koruyucu Maddeler

Yonga levha endüstrisinde bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı fenol ve pentaklor fenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır.

Yapılan bir çalışmada, %2 oranında kullanılan pentaklorfenol mantar ve böceklere karşı yeterli koruma sağlamaktadır. Kullanım miktarı artarsa tutkalın yapışma direncini engellediğinden yüzeye dik çekme direncini azaltacaktır (Göker ve Akbulut, 1992).

Yanmayı önleyici kimyasal maddeler; borat, çinko, arsenik, bakır, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddelerdir (Kalaycıoğlu, 1991). Bunlar levhaya toz ya da sıvı halde uygulanabilir. Uygulama levha üretimi sırasında yapılabildiği gibi levha üretildikten sonra da yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir (Alvur, 2001).

## 1.4. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

### 1.4.1. Odunun Depolanması

Ülkemiz levha sanayi hammaddesini %95 oranlarında yurtdışından temin etmektedir. Bu nedenle fabrikalar büyük miktarlarda hammadde depo edebilecek sahalara sahip olmak zorundadırlar.

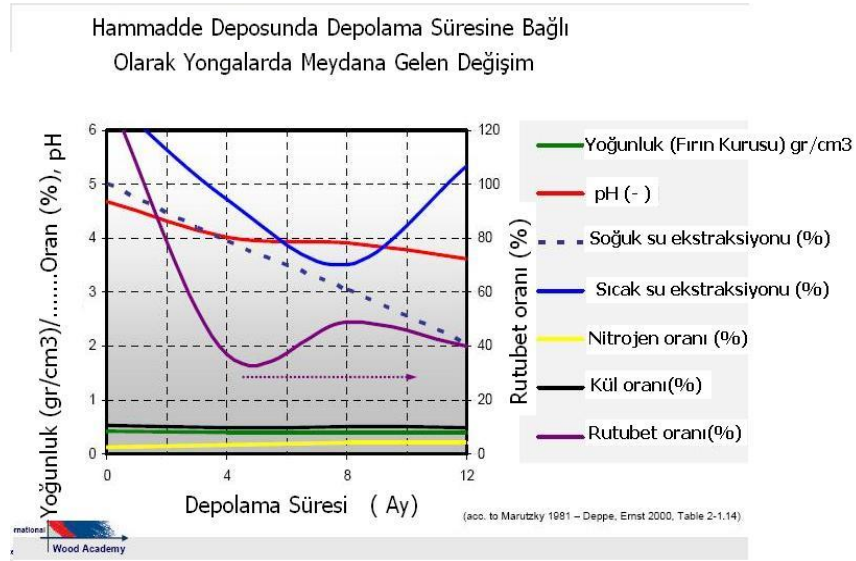
Levha endüstrisinde odunun depoya gelir gelmez hemen üretime girmesi tercih edilse de bu hiçbir zaman mümkün olamaz. Diğer taraftan uzun süreli depolamanın ise bazı sakıncaları vardır. Örneğin sermayenin uzun süre bağlanması söz konusudur ki, pek çok şirket için büyük bir problemdir. Paranın bağlanmasını hiç kimse istemez.

Depo edilen odunun korunması sorun yaratabilir. Odun depoda rutubet kaybeder. pH değerleri ve ekstraktif madde miktarları değişir ve yongalama kalitesini etkilenir. Yongalar çeşitli mantar ve böceklerin tahribatına maruz kalabilirler. Ceratostomella ophiostoma mantarının neden olduğu mavi çürüklük önemli değildir. Ancak odun kütesinin ve dolayısıyla direncin azalmasına neden olan diğer çürükler önemlidir. Depolama sırasında yonga kalitesinin düşmesine neden olabilecek oluşumları azaltabilmek için; zeminin beton olması ve belli dönemlerde temizlenerek organik atıklarda arındırılması gerekmektedir. Bu özellikle endüstri ve kullanılmış atıklarının kullanılmasında çok büyük önem arz eder. Zira bu hammaddeler bozulmaya daha yatkındır. Depo düzeni diğer bir etkili faktördür. Ana ve

ara yolların bulunduğu ilk gelen hammaddenin ilk kullanılan olmasının sağlandığı bir depo düzeni olmalıdır. Tablo 4 ve Şekil 7’de depolama esnasında hammaddede meydana gelen değişimler görülmektedir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Tablo 4. Depolama esnasında hammaddedeki değişimler

Yonga özellikleri		Depo süresi (ay)			
		0	4	8	12
Yoğunluk (firin kurusu)	g/cm <sup>3</sup>	0,43	0,41	0,40	0,40
Rutubet içeriği (kuru ağırlık)	%	134,0	37,0	49,0	40,0
pH değeri		4,69	4,03	3,92	3,62
Soğuk su ekstraksiyonu	%	5,01	3,93	3,05	2,05
Sıcak su ekstraksiyonu	%	6,65	4,72	3,51	5,35
Aşındırıcı soda solüsyonu	%	10,06	10,00	11,94	12,95
Nitrojen içeriği	%	0,12	0,17	0,21	0,22
Kül içeriği	%	0,53	0,50	0,51	0,49



Şekil 7. Depolama ile yonga yapısında meydana gelen değişimler

Kaba yongalar tam veya yarım kapalı silolarda veya açık havada depolanır. Tam kapalı silolarda daha iyi korunur ve bunların silolardan çıkışları ile makineye verilişleri fasılasız olarak ve kolayca sağlanır. Sakıncalı yanı ise silonun yapısına bağlı olarak zaman zaman tıkanıklıkların olmasıdır. Sorun iyi bir boşaltma mekanizması ile çözülebilir.



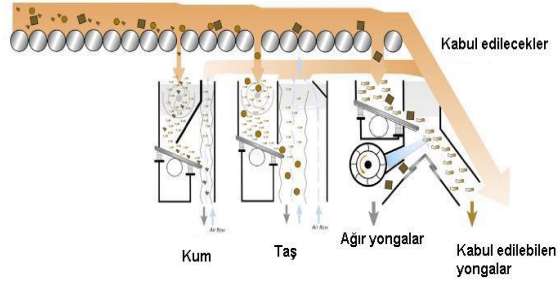
Şekil 8. Yonga ve ince materyalin depolanması (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

Açıkta depolamada yatırım giderlerinden tasarruf edilir. Ancak depolanacak alanın asfaltlanması şarttır. Yonga yığının ortasında uygun rutubet oluştuğunda mantarın zararı görülür. Fakat bir yıllık depolamada mantar zararı ortalama %1'dir. Rende ve testere talaşının depolanması da kaba yongalarınkine benzer.

Hava şartlarına bağlı olarak uzun süre depoda kalan odunların rutubetleri azalır. İnce yongalamada hem yonga verimi düşer, hemde kalitesi bozulur. Yongalama sırasında oluşan toz ve kıymıklar elek ve siklonlarla aksaklıklara neden olabilir. Odun rutubeti lif doygunluğu noktasının üzerinde tutularak odunlara zaman zaman su püskürtülmesi gerekir. Bunun için uygun bir sistem seçilmelidir. Ayrıca, odunların rutubetini arzu edilecek seviyeye getirmek için yongalama makinelerinin önüne su havuzu veya kanalları konulmaktadır. Bazı fabrikalar bunu ilave giderlere neden oluyor diye istemezler. Fakat bıçakların aşınması ve yonga kalite ve veriminin düşmesi, bazı makine ve ünitelerin çalışmasının aksamalara neden olduğu dolaylı giderler daha fazladır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Depoda yangına karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Özellikle yıllık kapasiteye uygun odun depo eden fabrikalar için bu husus çok önemlidir.

Piyasadan alınan kaba yongalar (cips) ince yongalama makinesine gelmeden önce kum, toz ve metal gibi yabancı maddelerden arındırılmalıdır. Özellikle endüstri atıklarının kullanımında büyük problem yaşanmaktadır. Atık odun kullanımında materyal içerisinde bulunması olası; cam, taş, kum ve diğer maddelerin uzaklaştırılması için rüzgârlı elekler kullanılmaktadır.



Şekil 9. Endüstriyel yonga temizlemede kullanılan rüzgârlı ve diskli elekler (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

Metal ayırıcılar; yongalar sürekli olarak ilerlerken manyetik seperatör ile metal esaslı malzemelerin sürekli ve otomatik ayırmasını sağlarlar. Yongalar, bir besleme hunisi ile makine içine alınır, metaller bir redüktör vasıtası ile tutulur paslanmaz çelik tambur üzerine aktarılır. Tambur döndükçe, tambur yüzeyi üzerindeki metal bileşenleri, bunların içinde bulunan mıknatıs elemanı ile donatılmış sabit yarım ay mıknatıs metalleri tutar. Metallerden arındırılmış yongalar bir boşaltma hunisi ile deşarj edilebilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Depodan yâda açık havadan alınan odunlar kabuk soyma işlemine tabi tutulur. Dış tabaka hariç orta tabakada kullanılacak hammaddeler için kabuk soyma mecburi değildir (Kalaycıoğlu, 1991).

#### 1.4.2. Yongalama

Yonga levhanın kalite özelliklerini belirleyen en önemli faktörlerden birisi yonga geometrisidir ve buda yongalamada ortaya çıkmaktadır. Elde edilen yongalar çok ince ise levha direnci azaltır, kalın ise yongalar arasında boşluk fazla olur, direnç özelliklerini azaltır (Göker ve Akbulut, 1992).

Kaba yongalama genellikle kereste endüstrisi atıklarının yongalanmasında kullanılır. Yongalama odunun liflere dik yönde yâda 45°'lik açı yapacak şekilde kalın yongalara (10-30mm) kesilmesidir. Bu şekilde yongalar diğer yongalama makinelerine kolaylıkla taşınabilir. Kaba yongalama makineleri silindir ve diskli kaba yongalama makineleri olarak sınıflandırılır. Diskli kaba yongalama makinesinde bıçaklar bir mil etrafında dönen disk üzerine bulunur. Silindirli kaba yongalama makinelerinde bıçaklar silindir üzerinde

bulunur ve silindir kendi ekseninde etrafında döner, bu hareketi nedeniyle kesme açısı daima değişir. Diskli makinelerde 5-50mm boyutlarda, silindirik makinelerde ise istenilen boyutlarda yonga elde edilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Normal yongalamada yuvarlak odundan levha üretimi için uygun boyutlarda yongalar elde edilir. Normal yongalama makineleri; diskli yongalama makinesi (yatay ve düşey diye ayrılır) ve silindirik yongalama makineleridir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012) .

İnce yongalama ise, kaba yongaların inceltilmesi işlemidir. Bu makineler diskli ve elekli (haçlı, çok çekiçli, çekiçli, kesici değirmen) değirmenlerdir.

### **1.4.3. Yongaların Kurutulması**

Kurutma işlemi %35-120 rutubet değerlerindeki yongaların rutubetinin %1-3 değerlerine düşürülmesi amacıyla uygulanmaktadır. Yongaların kurutulması tutkallama ve presleme açısından önemlidir. %1-3 rutubet derecelerine düşürülen yongalardan üretilen levhalarda yüzeysel deformasyonlar olmaz, tutkalın sertleşmesi kolay olur. Düşük rutubetlerde sıcak presleme esnasında yüzeyde bulunan ince yongalar uçuşarak hammadde kaybına neden olur. Rutubet değeri daha fazla ise orta tabakada buhar kabarcıkları meydana gelir ve bunlar yüzeyde bozulmalara neden olur (Kalaycıoğlu, 1991).

Orta ve dış tabakada kullanılacak yongaların rutubet değerleri farklıdır. Dış tabaka yongası orta tabaka yongasına göre daha rutubetlidir. Bu fark sıcak preslemede orta tabakaya ısı transferini kolaylaştırarak presleme süresini kısaltır. Dış tabakanın plastikleşerek düzgün yüzeyli levhalar elde edilmesini sağlar. Sıcak buharın etkisi ile direnci azalan yongaların daha fazla sıkışarak yüzeyde özgül ağırlık değerini, buda eğilme ve deformasyon direncini artırmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

### **1.4.4. Yongaların Elenmesi**

Eleme yongaların dış ve orta tabaka yongalarının ayrılmasıdır. Eleme işleminde; kaba, orta ve dış tabaka yongaları ve toz elde edilir. Kaba yongalar tekrar yongalama makinelerine gönderilir. Tozlar ise üretimde enerji sağlamak için değerlendirilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

#### 1.4.5. Yongaların Depolanması ve Taşınması

Üretimde süreklilik olması için yongalar silolarda depolanır. Yaş, kuru, tutkallanmış yongalar silolarda depolanıp üretime dozajlanarak gönderilir ve kesintisiz üretim sağlanır. Bu sayede makineler birbirinden bağımsız olarak çalışabilir. Yongalama kapasitesi düşük ise yaş yonga silosu sayesinde üretim aksamadan devam edebilir. Tutkallı yonga siloları sayesinde serme ve presleme işlemi diğer makinelerden bağımsız çalışabilir (Kalaycıoğlu, 1991).

Yonga levhanın yongalama işleminden pres bandına serilene kadar makineler arasında taşıma işlemi transportlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Transport seçiminde yongaların ağırlık, hacim ve rutubet gibi farklılıkları dikkate alınır. Bu maksatla kullanılan yonga transportlar mekanik ve pnömatiktir. Taşıma sırasında yonga kalitelerinin bozulmaması gerekmektedir (Kalaycıoğlu, 1987).

#### 1.4.6. Yongaların Tutkallanması

Yonga levhanın odundan sonraki en önemli maddesi tutkaldır. Kullanılan tutkalın kalitesi, yapışma direncinin yeterli olması ve tutkallama şekli yonga levhanın kalitesini belirlemektedir. Tutkallamada  $m^2$ 'ye 2gr kuru tutkal düşmesi gerekmektedir. Bunu sağlamak için kullanılan en yaygın yöntem noktasal tutkallamadır. Bu sayede yonga üzerine aynı büyüklükteki tutkal tanecikleri eşit dağılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Tutkallama ağır yongalara az, hafif ve ince yongalar ile odun tozlarına daha fazla tutkal yapışacağından orta ve dış tabakada kullanılan yongalar elendikten sonra tutkallanır. Ayrıca orta ve dış tabakada kullanılan yongaların tutkallama oranları farklılık göstermekte olup, tam kuru yonga ağırlığına göre belirlenmektedir. Genellikle dış tabakada kullanılan tutkal miktarı %11, orta tabaka da ise %8 civarındadır.

Tutkal miktarının artması levhanın direnç özelliklerini iyileştirmekte, ancak maliyeti artırmaktadır. Tutkal miktarını artırmadan noktasal tutkallama yöntemi ile küçük tanecikli tutkal püskürtülerek de, daha iyi yapışma alanı oluşturularak levhanın direnç özellikleri artırılabilir (Göker ve Akbulut, 1992).

Tutkal genellikle çözelti halinde hazırlanır ve hazırlama esnasında üretici firmanın önerilerine uyulur. Çözelti içerisine sertleştirici en son ilave edilir.

### 1.4.7. Levha Taslağının Serilmesi

Serme işleminde amaç taslağın her yerine eşit miktarda yonga düşmesini sağlamak ve bu amaçla homojen bir özgül ağırlık dağılımı elde etmektir. Özgül ağırlığın levhanın her yerinde eşit olması direnç özelliklerinin olumlu sonuçlar vermesini sağlayacaktır. Serme işlemi; dökme, savurma rüzgârlama ve sınıflandırma şeklinde yapılır. Sermenin kontrolü yüzey ağırlığı ölçümü ile yapılmaktadır. Serme işleminde doajlama önemlidir. Doajlanan yongalar serme başlıklarına gelir. Bu işlem genellikle hacim-ağırlık esaslarına göre yapılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Serme işleminden çıkan taslağın sarsıntısız bir şekilde prese gitmesi gerekmektedir. Aksi takdirde kenar ve köşeleri kırılarak levha simetrisi bozulur, malzeme kaybı artar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

### 1.4.8. Presleme

Levha taslağının istenilen özgül ağırlıkta bir levhaya dönüşmesi, son halini alması soğuk ve sıcak preste olmaktadır.

#### 1.4.8.1. Soğuk (Ön) Pres

Soğuk pres levha taslağının belli basınç altında sıkıştırılarak taşıma esnasında yongaların aşağıya doğru akmasını sağlar. Ayrıca taslağın yüksekliğinin azaltılması ile sıcak preste pres saçlarının yüksekliği azaltılarak ısıdan, katlı preslerde hem ısı hemde süreden tasarruf edilmiş olunur.

Soğuk preste uygulanan basınç 15-20kg/cm<sup>2</sup> arasında olmalıdır (Kalaycıoğlu, 1991).

#### 1.4.8.2. Sıcak Pres

Sıcak preste sıcaklığın ve basıncın etkisiyle yarım kalmış olan tutkalın kondenzasyon reaksiyonu devam ederek yongaların yapışmasını sağlayarak istenilen kalınlıkta levha elde edilir. Sıcak presleme birbirine bağlı dört kademe gerçekleştirir (Kalaycıoğlu, 1991);

1. Taslağın ön görülen kalınlıkta sıkıştırılması,

2. Yapışma için gerekli basıncın sağlanması,
3. Tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması,
4. Yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması.

Sıcak pres işletmenin kapasitesini belirlemektedir. Sıcaklık ve basınç levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Sıcaklık arttıkça mekanik özelliklerde iyileşme, su alma ve kalınlık artışında azalma olmaktadır (Lee ve Chung, 1984; Nemli, 1995 ). Pres basıncının artması halinde özellikle eğilme direnci artmaktadır (Kehr ve Schulzel, 1967; Nemli, 1995).

Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, tutkal türü, tutkal miktarı, sertleştirici madde miktar ve türü pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, basıncı ve süresi yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir.

Preste uygulanan basınç 20-35 kg/cm<sup>2</sup> ve sıcaklık 150-220°C arasında değişmektedir.

#### **1.4.9. Pres Sonrası İşlemler**

Sıcak presten çıkan levhalar soğutulması için genelde yıldız soğutucular kullanılır. Levhanın soğutulmasıyla iç ve dış tabaka arasında sıcaklık farkından oluşacak olan iç gerilmeler giderilmiş olur. Bu işlem ile levhanın sıcaklığı ve rutubeti dengelenmekte, tutkalın tam olarak sertleşmesi sağlanmaktadır. Klimatize edilen levhalar fasıllı preste üretilmişse levha prese girmeden önce boyutlandırılmıştır ve pres sonrası kenar alma işlemi uygulanır. Fasılsız preste üretiliyorsa pres sonrası hem boyutlandırma hem de kenar alma işlemi yapılır. Kenar alma işlemleri daire testere ile gerçekleştirilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

Boyutlandırılan levhalar kalınlık hatalarının giderilmesi, yüzeylerinin düzgünleştirilmesi için zımparalanır. Zımparalama ardından hazır olan levhalar satışa kadar depolarda bekletilir. Depoların sıcaklığının 18-24°C ve bağıl neminin %60-65 oranında olması gerekmektedir.

#### **1.5. Yonga Levha Üretiminde Ağaç Türü ve Üretim Parametrelerinin Etkisi**

Küçük (1978) hızlı büyüyen tür olan kızılğaç odununun yongalevha endüstrisinde kullanımını ile ilgili yapmış olduğu çalışmada; mekanik özelliklerin standart değerlere



göre fazla sapma göstermediğini ve bu odunun levha endüstrisinde kullanılabilirliğini belirlemiştir. Çalışmada 19mm kalınlığında tamamı kızılâğaç ve dış tabakası kızılâğaç, orta tabakası göknar odunundan elde edilen yongalar kullanılmış ve bu levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine bakılmıştır. Test sonuçlarında her iki grup levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara göre sapma göstermemiştir.

Mallari ve arkadaşları (1989) tarafından yapılan çalışmada yalancı akasya (*Robinia pseudoacacia*) odunundan üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyi çıkması ile hızlı büyüyen bu türün yonga levha endüstrisinde kullanılabileceğini belirlemiştir.

Kalaycıoğlu (1991) tarafından yapılan çalışmada hızlı büyüyen tür olan sahil çamı (*Pinus pinaster* Ait) odunundan daha kısa idare süresinde kesilen ağaçlardan üretilen levhaların özelliklerinin standart değerlerle uyumlu olduğunu ve aralama kesimlerinden elde edilen odunların yonga levha endüstrisinde kullanılması ile hammadde çözümüne katkı sağlanacağını belirlemiştir.

Hızlı büyüyen türlerle ilgili yapılan bir başka çalışmada; Nacar (1997) okaliptüsün yongalevha üretimi için kullanılabilirliğini araştırmış ve levha endüstrisi için uygun hammadde olduğu sonucuna varmıştır.

Nemli vd., (2002) yaptığı çalışmada hızlı büyüyen türlerden Douglas göknarı (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) odunu kullanılarak üretilen yonga levhaların mekanik özelliklerinin standartların üzerinde olduğu, kalınlığa şişme oranının iyileştirici tedbirler alınması halinde standart değerinde çıkacağı ve levha sektöründe kullanılabileceği belirlenmiştir.

Sarıbaş ve Yaman (2009)'nın yükseltinin artması ile ilkbahar odunu teğet çaplarında incelemenin meydana geldiğini, bu farklılık ile tür ayrımının yapılabileceğini belirlemiştir.

Kiaei ve Samariha (2011) odun eleman çaplarında ve hacimsel şişme oranlarında yükseltinin artması ile azalmanın meydana gelerek odunun direnç değerlerinin düştüğünü belirlemiştir.

Kiaei (2012) yükselti ile ilgili yaptığı bir çalışmada odun örneklerini karşılaştırmıştır. 300m ve 1100m yükseltiden alınan gürgen odunu örneklerinin artan yükselti sonucunda yoğunluklarının arttığını belirlemiştir. Lif hücre duvarının kalınlığının artması odun yoğunluğunu artırmıştır.

Yonga kurutma sıcaklığının levhanın özelliklerine etkisini belirlemek için, Kakaras ve Papadopoulos (2004) tarafından yapılan çalışmada 85°C kurutma sıcaklığı 24 saat

kurutma süresi ile 650°C kurutma sıcaklığı ve 1dk kurutma süreleri sonucu elde edilen levhaların yüzeye dik çekme dirençleri karşılaştırılmışlardır. Yüksek sıcaklıkta kurutulan levhanın dik çekme değeri daha yüksek değerler vermiştir.

Yonga kurutma sıcaklığı ile yapılan bir başka çalışmada, artan kurutma sıcaklığı ile levhanın kalınlık artış oranlarında iyileşmenin, mekanik özelliklerinde azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir (Sarı, 2011). Artan kurutma sıcaklığı ile higroskopik özelliğini kaybeden yongaların yapışma direncinin düşmesi ile fiziksel özellikler iyileşirken, mekanik özelliklerde kötüleşme görülmüştür.

Nemli, Kalaycıoğlu ve arkadaşları (2002) tarafından yapılan yonga levha üretiminde 130-150°C pres sıcaklığı ve 5-7dk pres süresi farklılıkları uygulanarak, levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılmışlardır. Pres sıcaklığının ve süresinin artması ile mekanik özelliklerde bir artış, kalınlığa şişme oranlarında belirgin bir azalış olduğunu, artan sıcaklık ve süre ile yapışma direnci ve yüzey plastikleşmesi iyileşen levhanın daha iyi sonuçlar verdiğini belirlemişlerdir.

Gündüz ve Masraf (2005) tarafından yapılan çalışmada pres sıcaklık ve süresinin artması ile levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşmenin meydana geldiği belirlenmiştir.

Ashori ve Nourbakhsh (2008), tarafından yapılan çalışmada, pres süresinin 4 dakikadan 5 dakikaya çıkarılmasıyla yongalevhanın mekanik özellikleri olumlu yönde etkilendiğini, 5dk pres süresi uygulandığında orta tabakaya yeterli derecede sıcaklık transfer edilerek orta tabaka tutkalın yeterince sertleşmesi sonucu direnç özelliklerinin arttığını belirlemişlerdir.

Iskanderani (2008) tarafından yapılan çalışmada pres sıcaklığının artması sonucu yongalevhaların eğilme direnç değerlerinin arttığını belirlemiştir.

Tabarsa ve arkadaşlarının (2010) yapmış oldukları bir çalışmada; farklı pres sürelerinde üretilen levhaların pres süresinin artması ile mekanik özelliklerinde artışın meydana geldiğini belirlemişlerdir.

Rafighi ve Tabarsa (2011) tarafından yapılan çalışmada hızlı büyüyen Paulownia odununu kullanarak 8 ve 12dk pres süresinde üretilen levhaların eğilme, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme dirençleri karşılaştırmışlardır. Artan süre ile dirençlerde artış meydana gelerek hammadde sorun olan yonga levha sektörüne alternatif çözüm olabileceğini geldiğini belirlemişlerdir.

Artan pres sıcaklık ve süresinin levhanın mekanik özelliklerini artırdığı Cuk, Kunaver ve Medved (2011) yaptıkları çalışmada belirlemişlerdir.

Saad ve Kamal (2012) vida tutma gücünde yoğunluğun önemli bir parametre olduğunu, artan yoğunluk ile lifler arasında daha sıkı bir bağlanmanın olması liflerin birbirine daha iyi tutunmasını sağlayarak Yongalevhanın vida tutma değerini artırıldığını belirlemişlerdir.

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Deneme Materyali

Bu çalışmada; iki farklı alandan alınan sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunlarından elde edilen yongaların 3 farklı kurutma sıcaklığı, 2 farklı pres sıcaklık ve süresinin levha kalitesine etkisi araştırılmıştır.

Kurutma sıcaklıkları 120, 150 ve 170°C, pres sıcaklığı 150 ve 200°C ve pres süresi 5 ve 7dk olarak kullanılmıştır.

Yongalama ve eleme işlemleri KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği pilot tesisinde gerçekleştirilmiştir. Kurutma işleminden itibaren levha üretimi Kastamonu Entegre A.Ş. Gebze Fabrikasında gerçekleştirilmiştir.

Her grup için üçer levha üretilmiş ve levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri fabrikanın kalite kontrol laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Denemelerde kullanılan örnekler TS 642 (1999) standardına uygun olarak, 18-22°C sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir.

#### 2.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunu kullanılmıştır. Odunlar Trabzon KTÜ Kampusu ve Merkez Çamoba'dan temin edilmiştir. Tablo 5' te kızılağaç odununun fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir.

Tablo 5. Sakallı kızılğaç odununun fiziksel ve mekanik özellikleri (Gürsu, 1967)

Kızılğaç Odununun Fiziksel ve Mekanik Özellikleri	
Tam kuru yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	0,40-0,56
Hava kurusu yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> ) (Merev,1983)	0,49-0,60
Radial yönde daralma (%)	5,4
Teğet yönde daralma (%)	8,6
Hacmen daralma (%)	14,1
Basınç direnci (Kp/cm <sup>2</sup> )	388-528
Çekme Direnci (paralel yönde) (Kp/cm <sup>2</sup> )	301-881
Çekme Direnci (liflere paralel) (Kp/cm <sup>2</sup> )	19,9-30,9
Eğilme Direnci (Kp/cm <sup>2</sup> )	726,950
Dinamik Eğilme (Kp/cm <sup>2</sup> )	0,53-0,67

### 2.1.2. Tutkal

Deneme levhalarının üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalarda %11, orta tabakalarda ise %9 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Kastamonu Entegre A.Ş. Gebze Fabrikası tutkal üretim hattından temin edilen tutkalların özellikleri Tablo 6' da verilmiştir.

Tablo 6. Levha üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri

Dış tabaka		Orta tabaka	
Görünüş:	yarı saydam sıvı	Görünüş:	yarı saydam sıvı
Katı madde oranı:	45±1	Katı madde oranı:	65,02±1
Yoğunluk:	1,213 g/cm <sup>3</sup>	Yoğunluk:	1,282 g/cm <sup>3</sup>
Viskozite:	45 cps	Viskozite:	300 cps
pH:	8,25	pH:	8,31
Jelleşme zamanı:	46 sn	Jelleşme zamanı:	37 sn

### 2.1.3. Sertleştirici ve Hidrofobik Madde

Sertleştirici madde olarak dış tabakada katı tutkala oranla %2, orta tabakada %3 oranında %25'lik amonyum sülfat kullanılmıştır.

Levha üretiminde levhaya su iticilik özelliği kazandırmak amacıyla parafin kullanılmıştır. %60'luk parafin çözeltilisinden, tam kuru yongaya dış tabakada %0,4, orta tabakada ise %0,3 oranında kullanılmıştır.

## 2.2. Deneme Levhalarının Üretimi

Levhaların üretiminde kullanılan yongalar Trabzon Kampüs ve Merkez Çamoba alanlarından temin edilmiştir. Tomruklar kabuklarından temizlendikten sonra şerit testerede 2,5cm kalınlığında biçilmiştir. Pilot tesiste bulunan laboratuvar tipi R. Hildebrand 20/6/2 T iki bıçaklı kaba yongalama makinesinde kaba yongalamanın ardından ince yongalama R. Hildebrand marka, 6 çekiç ve 16 bıçaktan oluşan bıçak halkalı ince yongalama makinesinde gerçekleştirilmiştir.

Laboratuvar zeminine serilen yongalar hava kurusu rutubete kadar kurutulduktan sonra Algemaier dairesel hareket yapan 4 kademeli sarsak elekte elenmiştir. Elemelerde 3mm gözenekli elekten geçen 1.5mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 1.5mm gözenekli elekten geçip 0.5mm gözenekli elek üzerinde kalan yongalar ise dış tabakada kullanılmıştır.

Hava kurusu hale getirilen yongalar Kastamonu Entegre A.Ş. Gebze tesislerine nakledilmiştir. Kurutma işlemi fabrikanın laboratuvarında bulunan Vötsch Industrietechnik VC<sup>3</sup> 4060 iklimlendirme kabininde, kurutma sıcaklıkları 120, 150 ve 170°C ayarlanarak gerçekleştirilmiştir. İki farklı alandan alınan kızılğaç yongaları %2 rutubete kadar kurutulmuş ayrı ayrı etiketlenilip, rutubet almayacak şekilde muhafaza edilmiştir.



Şekil 10. Vötsch Industrietechnik VC<sup>3</sup> 4060 iklimlendirme kabini

Tutkallama ve pres işlemi tesisin AR-GE laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tutkallamada laboratuvar tipi tutkallama makinesi kullanılmış ve dış ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallanmıştır.

Tutkal ve sertleştirici karışımı; besleme deposuna boşaltılarak makine içindeki 4 adet basınçlı tutkal enjektörü ile karıştırma ünitesindeki yongaların üzerine püskürtülmüştür. Makine milinin üzerinde bulunan 15 adet karıştırıcı kolu ile yonga ve tutkal çözeltisinin birbirine iyice karıştırılması sağlanmıştır. Homojen bir karışım elde etmek amacıyla 4 dakikalık karıştırma periyodu uygulanmıştır. Bu amaçla karıştırma kolları 3 dakika sağdan iki dakika'da soldan döndürülmüştür. Parafin; tutkal çözeltisi tamamen bittikten sonra kapalı sistem açılarak tutkallı yongaların üstüne eşit bir şekilde dökülmüş ve yongalar sağ ve sol döndürme uygulanarak tekrar 2 dakika daha karıştırılmıştır.

Dış tabakada yonga ağırlığına oranla %11, orta tabaka ise %9 oranında tam kuru tutkal ve sertleştirici olarak dış tabakada %2, orta tabakada %3 oranında %25'lik amonyum sülfat çözeltisi kullanılmıştır. Parafin tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakada %0,4, orta tabakada %0,3 oranında %60'lık çözelti halinde kullanılmıştır.



Şekil 11. Laboratuvar tipi tutkallama makinesi

Tutkallanmış yongalar; 50x50cm boyutlarında ve 18mm kalınlığında şekillendirme çerçevesi içerisine el yardımı ile serilmiştir. Sermede levha kalınlığının %65'i orta tabaka, %35'i ise dış tabaka oluşacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Levha yoğunluğu  $0,62 \text{ gr/cm}^3$  ve levhanın presten çıkış rutubeti %8 olarak planlanmıştır. Dış, orta ve dış tabakalar serildikten sonra taslak üzerine soğuk pres uygulanmış ve çerçeve dikkatli bir şekilde çıkarılarak prese hazır hale getirilmiştir.

Preste sıcaklık 150 ve 200°C, süre 5 ve 7dk olacak şekilde ayarlanmıştır. 120, 150 ve 170°C'lerde kurutulan yongalar 150 ve 200°C sıcaklık ve 5 ile 7dk'lık pres süresi uygulanarak preslenmiştir. 120 ve 150°C'de kurutulan yongalar ise 200°C sıcaklık ve 5 ile 7dk'lık pres süresi uygulanarak preslenmişlerdir.

Preslemede; Bürkle LA 160 model laboratuvar tipi, elektrikle ısıtılan, 63x63cm boyutlarındaki tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır.



Şekil 12. Bürkle LA 160 model laboratuvar tipi pres

48x48x1,8cm kalınlığında üretilen levhalar TS 642' ye göre sıcaklığı  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $\%65\pm 5$  olan ortamda klimatize edilmişlerdir. Levhaların üretim şartları Tablo 7'de verilmiştir.



Tablo 7. Levha grupları ve üretim şartları

Gruplar	Örnek Alanı	Kurutma sıcaklığı (°C)	Pres sıcaklığı (°C)	Pres süresi (dk)
K1	Kampüs	120	150	5
K2				7
K3		150		5
K4				7
K5		170		5
K6				7
K7		200	120	5
K8			7	
K9			150	5
K10				7
Ç1	Çamoba	120	150	5
Ç2				7
Ç3		150		5
Ç4				7
Ç5		170		5
Ç6				7
Ç7		200	120	5
Ç8			7	
Ç9			150	5
Ç10				7

### 2.3. Araştırma Yöntemi

#### 2.3.1. Anatomik Çalışmalar

KTÜ Kampüs ve Çamoba'dan alınan sakallı kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata*) odunlarının 1,30m göğüs yüksekliğinden tekerlekler alınmış ve 1x1x1cm<sup>3</sup> ebatlarında parçalar çıkartılmıştır. Bu parçalar alınırken budak, çürük, reaksiyon odununun olmadığı kısımların olmasına dikkat edilmiştir.

Anatomik özelliklerden; trahelerin (teğet ve radyal çapları, 1mm<sup>2</sup>'de sayısı), liflerin (uzunluk, genişlik, lümen genişliği ve çeper kalınlığı) ve öz ışınlarının (yükseklik, genişlik ve 1mm'deki sayısı) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler, KTÜ Orman Fakültesi, Odun Anatomisi laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

### 2.3.1.1. Anatomik İncelemeler İçin Kesitlerin Hazırlanması

1x1x1cm<sup>3</sup> boyutlarında hazırlanan örnekler yumuşamaları ve dokularındaki havanın çıkması için saf su içinde çökünceye kadar kaynatılmış ve kesit alınmaya kadar alkol-gliserin-saf su içerisinde bekletilmiştir. Mantar etkisine karşı karışıma bir parça Asit Fenik (Phenol) ilave edilmiştir (Merev, 1998; Gerçek,1998). Kesit alınmaya hazır hale getirilen örnekler “Reichert” kızaklı mikrotom ve kama şeklindeki bıçağı yardımıyla 15-20 mikron kalınlığında; enine (Transversal), boyuna ışınsal (Radyal), boyuna teğetsel (tanjalsiyal) olmak üzere üç şekilde alınmıştır. Elde edilen kesitler sodyum hipoklorit’te yaklaşık 25-30dk saydamlaştırılarak, saf su ile yıkanmıştır. 1-2dk asetik asitle ortam nötralize edilmiş ve saf su ile tekrar yıkanmıştır. Daha sonra boyama işlemi için kesitler alkol-safranin karışımında 1dk’lık ön yıkamanın ardından işlemin tamamlanması için 10dk daha safraninde bekletilmiştir. Boyanan örnekler %50 alkol-su karışımına alınmış ve kesitler enine, radyal ve teğet sırasında olmak üzere gliserin jelâtin içerisinde daimi preparat haline getirilmiştir (Merev, 1998; Ives, 2001).

### 2.3.1.2. Odun Elemanlarının Serbest Hale Getirilmesi

Odun elemanları; lif uzunluk ve genişliği ile trahe uzunluklarını ölçülebilir hale getirilmek amacıyla maserasyon işlemine tabi tutulmuştur. Bu amaçla yöntemler içinde en yaygın olan ve odun elemanlarına en az zarar veren “Schultze” yöntemi kullanılmıştır (Normand, 1972; Merev,1998).

Schultze yönteminde, masere edilecek odun örneği kibrit çöpü boyutlarında parçalanarak bir cam şişeye yerleştirilir. Bu şişeye Nitrik Asit ve Potasyum Klorat eklendikten sonra ağzı kapatılır ve ısıtılarak maserasyonun ilk aşaması başlatılmış olur. Yaklaşık 1 hafta boyunca bekletilen karışım, reaksiyonun bitmesinin ardından örnekler yıkanarak mekanik karıştırıcı yardımıyla odun elemanları serbest hale getirilir. Bu elemanlar süzildükten ve alkolle yıkandıktan sonra elde edilen malzeme küçük cam şişelerde gliserin ve safranin ile karışım halinde depo edilir (Merev,1998).

### 2.3.1.3. Ölçüm ve Sayımların Yapılması

Odun örneklerine ait daimi preparatlarda trahelerin; teğet çapı, radyal çapı, 1 mm<sup>2</sup>'de trahe sayısı ve 1mm'de özışın sayısı, üniseri öz ışını yükseklik ve genişliği ölçülmüştür. Maserasyonla serbest hale getirilen odun elamanları üzerinde ise trahe hücre uzunluğu ile liflerin; hücre uzunluğu, genişliği, lümen genişliği ve çeper kalınlığı ikişer farklı ağaçtan 30'ar ölçüm olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

1mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı ve 1mm'deki öz ışını sayısı Olympus BX 50 foto mikroskop ve görüntü izleme ve analiz sistemi ile belirlenmiştir.

Trahelerin radyal ve teğet yöndeki çapları lümen esas alınarak en geniş noktadan  $\times 10$  objektif kullanılarak "Nikon E 100" nolu araştırma mikroskobunda ölçülmüştür.

Trahe hücre uzunluğu  $\times 10$  objektif ile hücrelerinin uç kısımlarını da içerecek şekilde ölçülmüştür (Merev, 1998; Carlquist, 1988a; Baas vd.,1983).

Öz ışını yüksekliği  $\times 10$ , öz ışını genişliği  $\times 40$  objektifi kullanılarak "Nikon E 100" araştırma mikroskobunda ölçülmüştür.

Liflerin uzunluğu  $\times 4$  objektif, lif genişliği ve lümen genişliği  $\times 40$  objektif kullanılarak "Nikon E 100" mikroskop'ta ölçülmüştür.

### 2.3.2. Yoğunluk

Farklı alanlardan alınan sakallı kızılağaç odunlarının yoğunluk tayini TS 2471, TS 2472 ve TS 53 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla her tomruktan 1,30m yükseklikten alınan 15cm'lik tekerleklerin kuzey-güney ve doğu-batı yönünden 20mm genişlikte parçalar çıkartılmış, 20x20x30mm boyutlarında deney örnekleri hazırlanmış ve numaralandırılmıştır. Bunun ardından hava kurusu ve tam kuru yoğunlukları ayrı ayrı belirlenmiştir.

#### 2.3.2.1. Hava Kurusu Yoğunluk

Örneklerin; boyutları  $\pm 0,01$ mm duyarlılıkta ölçme yapabilen mikrometre ile ölçülerek hacimleri hesaplanmıştır. Ağırlıkları ise  $\pm 0,001$ gr duyarlıklı terazide tartılmış ve %r rutubetin özgül ağırlığı hesaplanmıştır. %r rutubetin yoğunluk hesaplamasında;

$$\delta r = \frac{Mr}{Vr} \quad (1)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$\delta r$ : %r rutubetteki yoğunluk (gr/cm<sup>3</sup>)

$Mr$ : %r rutubetteki ağırlık (gr)

$Vr$ : %r rutubetteki hacmi (cm<sup>3</sup>)'dir.

Örneklerin rutubetleri, tam kuru haldeki ağırlıkları ( $M_0$ ) tartıldıktan sonra hesaplanmıştır. Rutubetlerin hesaplanmasında;

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$r$ : Rutubet miktarı

$Mr$ : % r rutubetteki ağırlık (gr)

$M_0$ : Tam kuru ağırlık

Hesaplanan rutubet miktarların %9-15 arasında değerler aldığından farklı rutubet miktarlarındaki yoğunluk değerlerinin, %12 rutubetteki yoğunluk değerlerine dönüştürülmesinde;

$$\delta_{12} = \delta_r \times \left( 1 - \frac{(1 - 0,85\delta_r) \times (r - 12)}{100} \right) \quad (3)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$\delta_{12}$ : %12 rutubetteki yoğunluk (gr/cm<sup>3</sup>)

$\delta_r$ : % r rutubetteki yoğunluk (gr/cm<sup>3</sup>)

$r$ : Örnek rutubeti (r)

### 2.3.2.2. Tam Kuru Yoğunluk

Tam kuru yoğunluk değerinin belirlenmesi için hava kurusu yoğunluk örneklerinden yararlanılmıştır. Örnekler kurutma fırınında  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler desikatörde soğutulmuştur. Örnek ağırlıkları  $\pm 0,001\text{gr}$ , boyları  $\pm 0,01\text{mm}$  duyarlıkta ölçülmüştür. Tam kuru özgül ağırlığın hesaplanmasında;

$$\delta_0 = \frac{M_0}{V_0} \quad (4)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$\delta_0$ : Tam kuru yoğunluk ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )

$M_0$ : Tam kuru ağırlık (gr)

$V_0$ : Tam kuru hacim ( $\text{cm}^3$ )

### 2.3.3. Fiziksel Özellikler

Fiziksel özelliklerden; su alma ve kalınlık artım deneyleri KTÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarında, yoğunluk ve rutubet ile mekanik özelliklerin belirlenmesi ise Kastamonu Entegre A.Ş Gebze yongalevha kalite kontrol laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

#### 2.3.3.1. Yoğunluk

Denemelerde hava kurusu yoğunluk değerleri esas alınmıştır. Yoğunluk; TSEN 323/1 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. Bu amaçla  $50 \times 50 \times$  levha kalınlığı (mm) boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Örnekler  $18-22^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve %60-70 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin; genişlik, kalınlık ve ağırlıkları laboratuvarında bulunan bilgisayarlı ölçüm cihazında belirlenmiştir. Yoğunluğun belirlenmesinde;

$$\delta = \frac{m}{v} \text{ g/cm}^3 \quad (5)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$\delta$ : Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ )

m: Hava kurusu ağırlık (g)

v: Örnek hacmi ( $\text{cm}^3$ ) ' dir.

### 2.3.3.2. Rutubet Miktarı

Örneklerin rutubet miktarları EN 322(1993) standardındaki esaslara göre belirlenmiştir. 50x50xlevha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanan örneklerin ağırlıkları laboratuvarında bulunan bilgisayarlı terazide tartılmış ve  $103\pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutularak tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Rutubetin belirlenmesinde;

$$r = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \quad (6)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

r: rutubet (%)

$m_1$ : Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

$m_0$ : Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

### 2.3.3.3. Su Alma Oranı

Su alma miktarı ASTM D1037 standardına uygun olarak belirlenmiştir (ASTM D1037, 2006). 50x50xlevha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanmış örneklerin ağırlığı  $\pm 0.01\text{gr}$  duyarlıklı analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra örnekler su yüzünden 25mm aşağıda tutulacak şekilde  $20\pm 2^\circ\text{C}$ 'lik suda 2 ve 24 saat süre ile bekletilmişlerdir. Bu süreler sonunda sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile silinmiş ve ağırlıkları aynı hassasiyetle  $\pm 0.01\text{gr}$  duyarlıklı terazide tartılmıştır. Su alma oranının belirlenmesinde;

$$SA = \frac{m_y - m_1}{m_1} \times 100 \quad (7)$$

eşitliği kullanılmıştır. Buradan;

$m_1$ : Örneğin ilk ağırlığı (g)

$m_y$ : Örneğin suda bekletildikten sonraki ağırlığı (g)

#### 2.3.3.4. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Kalınlık artışlarının belirlenmesi için örnekler TSEN 317 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak 50x50xlevha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanmıştır. Kalınlıklar; örneğin tam orta noktasından  $\pm 0.01$ mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüştür. Daha sonra örnekler 19-21°C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25mm aşağıda olacak şekilde tutulmuştur. 2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bez ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek kalınlık artışları;

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (8)$$

eşitliği ile belirlenmiştir. Burada;

$e_y$ : Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

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

#### 2.3.4. Mekanik Özellikler

##### 2.3.4.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci TSEN 310 (1993) standardına belirtilen esaslara göre yapılmıştır. 400x50x levha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanan örnekler  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  ve bağıl nemi %  $65 \pm 5$  olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilmiştir. Örneklerin genişlik ve kalınlıkları laboratuvarında bulunan bilgisayarlı ölçüm cihazında belirlenmiştir.

Üniversal deneme makinesinde kırılmanın yüklemekten itibaren 1-2dk içinde gerçekleşmesini sağlayabilmek için yükleme mekanizması 6mm/dk hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci;

$$\sigma_e = \frac{3 \times F \times L}{2 \times b \times d^2} \text{ kg/cm}^2 \quad (9)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F: Kırılma anındaki maksimum kuvvet (kg)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d: Örnek kalınlığı (cm)

b: Örnek genişliği (cm)

#### 2.3.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Denemeler TSEN 310 (1993) standardına belirtilen esaslara göre yapılmıştır. 400x50xlevha kalınlığı (mm) boyutlarındaki örnekler 20±2°C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir.

Deneme makinesinde kırılmanın yüklemekten itibaren 1-2dk içinde gerçekleşmesini sağlayabilmek için yükleme mekanizması 6mm/dk hızla çalıştırılmıştır Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı 0.01mm, kırılma anındaki kuvvet ise 1kg hassasiyetle belirlenmiştir. Elastikiyet modülün (E) belirlenmesinde;

$$E = \frac{F \times L^3}{4 \times \Delta_e \times b \times d^3} \text{ kg/cm}^2 \quad (10)$$

eşitliği kullanılmıştır. Burada;

$\Delta_e$ : Eğilme miktarı (sehim) (cm)

F: Deformasyon sağlayan kuvvet (kg)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (cm)

d: Örnek kalınlığı (cm)

b: Örnek genişliği (cm)



### 2.3.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci TSEN 319 (1993)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. 50x50xlevha kalınlığı (mm) boyutlarında hazırlanan örnekler sıcaklığı  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve bağıl nemi  $\%65\pm 5$  olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek boyutları komparatör saati ile belirlenmiştir. Bunu takiben örneğin her iki yüzüne standartlara uygun olarak hazırlanmış metal takozlar yapıştırılmıştır. Yapıştırma işleminde mum silikon kullanılmıştır. Takozlara yapıştırılan örnekler 2 saat bekletildikten sonra denemeye tabi tutulmuştur. Levha yüzeylerine çok yakın alanlardan kırılan örnekler hesaplara dâhil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci belirlenmesinde;

$$\sigma_{\text{çd}} = \frac{F_{\text{max}}}{A} \text{ kg/cm}^2 \quad (11)$$

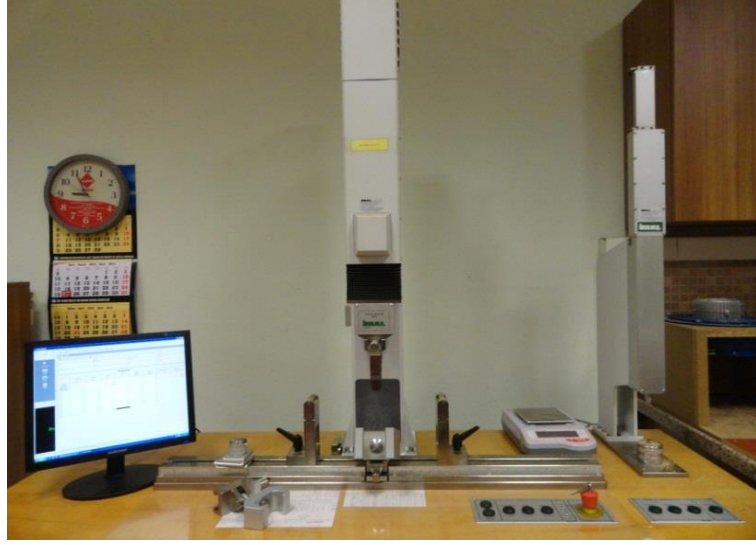
eşitliği kullanılmıştır. Burada;

F<sub>max</sub>: Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

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

### 2.3.4.4. Vida Tutma Gücü

Vida tutma gücü TS EN 320 (2011) standardında belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deney örnekleri  $\%65\pm 5$  bağıl nem ve  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmişlerdir. Örneklerin kalınlık eksenlerinde birer kenarına köşegenler çizilerek orta nokta belirlenmiş ve bu noktada matkapla  $19\pm 1\text{mm}$  derinliğinde, 2,7mm çapında birer delik açılmıştır. Anma boyutu 4,2x38mm, vida adımı 1,4mm olan çelik vidalar kullanılmıştır. Vidalanan örnekler iklimlendirme odasında  $20\pm 2^{\circ}\text{C}$  sıcaklık ve  $\% 65\pm 5$  bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilmiştir. Her vidaya bağlama tertibatı ile örnek yüzeyinden vida çıkışını sağlayacak yönde giderek artan bir çekme kuvveti ile vida tamamen çıkıncaya kadar,  $10\pm 1\text{mm/dk}$  hızla çekme kuvveti uygulanmıştır. Elde edilen maksimum yük vida tutma gücü olarak doğrudan kullanılmıştır.



Şekil 13. Mekanik denemelerde kullanılan üniversal test makinesi

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Anatomik Özellikler

Yapılan anatomik incelemeler sonucunda Kampüs ve Çamoba'dan alınan sakallı kıızılağaç odun örneklerine ait bulgular Tablo 8' de verilmiştir.

Tablo 8. Sakallı kıızılağaç odun örneklerinin anatomik özelliklerine ait veriler

Anatomik Özellikler		Örnek Alanı					
		Kampüs			Çamoba		
		X	S	V	X	S	V
Traheleler	Teğet Çapı ( $\mu\text{m}$ )	58,50	7,00	11,96	55,50	7,00	12,61
	Radyal Çapı ( $\mu\text{m}$ )	80,00	10,00	12,50	75,00	9,00	12,00
	Sayısı ( $1\text{mm}^2$ 'de)	94,00	15,00	15,95	103,00	16,00	15,53
	Uzunluğu ( $\mu\text{m}$ )	784,17	94,48	12,04	843,17	100,73	11,94
Lifler	Uzunluğu ( $\mu\text{m}$ )	1296,25	174,83	13,48	1252,50	122,19	9,75
	Genişliği ( $\mu\text{m}$ )	25,17	4,36	17,33	25,13	3,86	15,35
	Lümen Genişliği ( $\mu\text{m}$ )	14,79	2,77	18,74	14,78	3,26	22,06
	Çeper Kalınlığı ( $\mu\text{m}$ )	5,19	1,63	31,32	5,17	1,09	21,11
Öz Işınları	Yükseklik ( $\mu\text{m}$ )	429,00	65,00	15,15	464,00	93,00	20,04
	Genişlik ( $\mu\text{m}$ )	14,00	2,00	14,28	14,00	2,00	14,28
	Sayısı ( $1\text{mm}^2$ 'de)	15,00	2,00	13,33	14,00	2,00	14,28

Odun elemanları özelliklerine, yükseltinin etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 9' da verilmiştir.

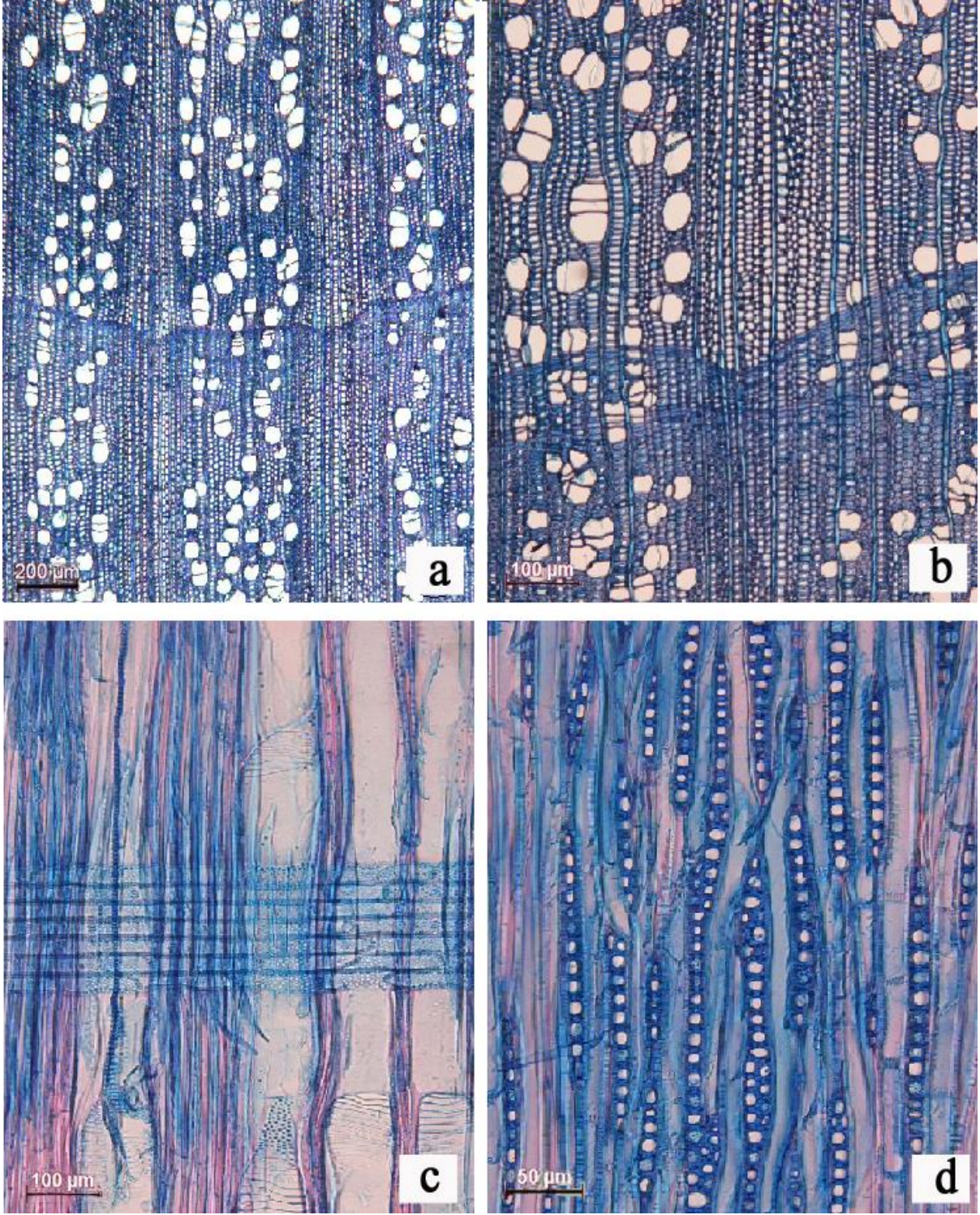
Tablo 9. Anatomik özelliklere ait iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi sonuçları

Özellikler	N	ÖD
Trahe Teğet Çapı	60	*
Trahe Radyal Çapı	60	*
Trahe Sayısı	60	**
Trahe Uzunluğu	60	**
Lif Uzunluğu	60	Ö.D.
Lif Genişliği	60	Ö.D.
Lif Lümen Genişliği	60	Ö.D.
Lif Çeper Kalınlığı	60	Ö.D.
Öz Işını Yükseklik	60	*
Öz Işını Genişlik	60	Ö.D.
Öz Işını Sayısı	60	*

Ö.D. =  $P > 0.05$ , \* =  $P < 0.05$ , \*\* =  $P < 0.01$ , \*\*\* =  $P < 0.001$

İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi sonuçlarına göre yükseltinin sakallı kızılağaç odunu trahelerinin teğet ve radyal çapı, uzunluk ve sayısı, öz ışını yükseklik ve sayısı üzerine 0,05 hata payıyla etkili olduğu belirlenmiştir. Yükseltinin lif uzunluk ve genişliği, lümen genişliği, çeper kalınlığı ve öz ışını genişlik değerleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir.

Sakallı kızılağaç odununun enine (EK), radyal (RK) ve teğet kesitteki (TK) odun elemanları Şekil 14’de görülmektedir.



Şekil 14. *Alnus glutinosa* odunu enine, radyal ve teğet kesit fotoğrafları

- a,b: EK, odun dağınık trahelidir, yıllık halka sınırı belirgin, yalancı özışınları,
- c:RK, homoselüler özışınları, traheler, lif dokusu, trahelerde scalariform perforasyon tablası.
- d:TK, üniseri, homoselüler homojen TIP III şeklinde özışınları, ve yalancı özışınları (bir araya toplanmış) ve lif dokusu

### 3.2. Yoğunluk

Farklı alanlardan alınan odunların yoğunluk değerleri Tablo 10’da verilmiştir.

Tablo 10. Odunların hava kuru ve tam kuru yoğunluk değerleri (gr/cm<sup>3</sup>)

Örnek Alanı	Hava Kuru Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )			Tam Kuru Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )		
	X	S	V	X	S	V
Kampüs	0,548	0,042	7,67	0,513	0,060	10,59
Çamoba	0,568	0,041	8,05	0,528	0,025	4,80

Sakallı kızılağaç odununun hava kuru ve tam kuru yoğunluklarına yükseltinin etkili olup olmadığını belirlemek için iki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi yapılmış ve sonuçlar Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11. Yoğunluk değerlerine ait iki ortalamalar arasındaki farkın önemlilik testi sonuçları

Yoğunluk (gr/cm <sup>3</sup> )	N	Önem Düzeyi
Hava Kuru	30	<b>Ö.D.</b>
Tam Kuru	30	<b>Ö.D.</b>

İki ortalama arasındaki farkın önemlilik testi sonuçlarına göre yükseltinin sakallı kızılağaç odununun yoğunluk değerleri üzerine etkili olmadığı belirlenmiştir.

### 3.3. Fiziksel Özellikler

#### 3.3.1. Yoğunluk

Levhaların yoğunluk değerlerine ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 12’de verilmiştir. Denemeler 18’er adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 12. Levhalarının ortalama yoğunluk değerleri (gr/cm<sup>3</sup>)

Levha tipi	X	S	V
K1	0,595	0,013	2,23
K2	0,599	0,011	1,83
K3	0,599	0,012	2,08
K4	0,604	0,011	1,90
K5	0,601	0,007	1,24
K6	0,605	0,010	1,67
K7	0,601	0,014	2,30
K8	0,611	0,020	3,30
K9	0,604	0,014	2,37
K10	0,615	0,007	1,13
Ç1	0,585	0,016	2,70
Ç2	0,591	0,012	1,99
Ç3	0,585	0,019	3,27
Ç4	0,593	0,018	2,96
Ç5	0,587	0,018	3,00
Ç6	0,595	0,011	1,92
Ç7	0,588	0,021	3,65
Ç8	0,599	0,009	1,43
Ç9	0,596	0,010	1,68
Ç10	0,611	0,013	2,13

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma, V: Varyasyon katsayısı

Levhaların yoğunluk değerleri üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek amacıyla çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 13’ de verilmiştir.

Tablo 13. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının yoğunluk değerlerine etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	Ö.D
Örnek Alanı (A)	0,010	1	0,010	53,051	***
Kurutma sıcaklığı (B)	0,001	2	0,001	2,861	Ö.D.
Pres Sıcaklığı (C)	0,003	1	0,003	13,720	***
Pres Süresi (D)	0,005	1	0,005	24,612	***
(A)*(B) (İnt)	0,001	2	0,001	3,117	Ö.D.
(A)*(C) (İnt)	0,001	1	0,001	5,607	**
(A)*(D) (İnt)	0,000	1	0,000	0,527	Ö.D
(A)*(B)*(D) (İnt)	0,005	2	0,005	0,120	Ö.D
(B)*(C) (İnt)	0,004	1	0,004	18,748	***
(B)*(D) (İnt )	0,000	2	0,000	1,150	Ö.D
(B)*(C)*(D) (İnt )	0,000	1	0,000	1,442	Ö.D.
(C)*(D) (İnt)	0,000	1	0,000	2,474	Ö.D
(A)*(C)*(D) (İnt)	0,005	1	0,005	0,151	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	0,005	1	0,005	0,151	Ö.D
Hata	0,066	340			
Toplam	128,890	360			

Varyans analizi sonucuna göre levhanın yoğunluk değerleri üzerine, örnek alanı, pres süre ve sıcaklığının, örnek alan-pres sıcaklığı, yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığının etkileşimlerinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir.

### 3.3.2. Rutubet Miktarı

Levhaların rutubet miktarlarına ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 14’de verilmiştir. Denemelerde 18 adet örnek kullanılmıştır. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 14. Levhaların ortalama rutubet değerleri (%)

Levha Tipi	X	S	V
K1	5,42	0,36	6,64
K2	5,75	0,11	1,91
K3	5,69	0,14	2,46
K4	5,34	0,31	5,81
K5	5,85	0,10	1,71
K6	5,05	0,25	4,95
K7	6,21	0,77	12,40
K8	5,39	0,45	8,34
K9	5,26	0,36	6,84
K10	5,28	0,25	4,73
Ç1	6,16	0,27	4,38
Ç2	5,83	0,34	5,83
Ç3	5,58	0,13	2,33
Ç4	5,25	0,13	2,48
Ç5	5,42	0,19	3,51
Ç6	5,08	0,15	2,95
Ç7	6,04	0,56	9,27
Ç8	5,64	0,71	12,58
Ç9	5,22	0,40	7,66
Ç10	5,13	0,26	5,06

Levhalar aynı iklimlendirme koşullarına tabi tutulduklarından, rutubet değerleri standart değerler arasında elde edilmiştir ve levha grupları arasında istatistiksel bir analiz yapılmamıştır.



### 3.3.3. Su Alma Oranı

Levhaların 2 ve 24 saatteki su alma miktarlarına ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 15’te verilmiştir. Denemeler 15 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 15. Levhaların su alma değerleri (%)

Levha Tipi	2 SAAT			24 SAAT		
	X	S	V	X	S	V
K1	82,85	4,70	5,68	98,59	3,31	3,36
K2	70,01	5,67	8,11	96,25	3,69	3,84
K3	74,11	7,44	10,04	93,91	4,43	4,73
K4	66,23	3,72	5,62	90,10	2,81	3,13
K5	66,99	6,23	9,30	92,50	4,74	5,13
K6	64,05	6,76	10,56	88,82	6,22	7,01
K7	80,05	3,40	4,25	96,40	1,69	1,76
K8	67,75	6,32	9,34	93,10	4,04	4,35
K9	64,57	4,32	6,70	90,11	4,33	4,81
K10	55,61	8,68	15,61	87,01	3,73	4,29
Ç1	77,32	5,18	6,71	95,63	1,88	1,97
Ç2	68,33	2,50	3,67	94,26	2,04	2,17
Ç3	72,76	3,57	4,91	91,27	2,17	2,38
Ç4	64,78	2,60	4,02	89,23	2,90	3,25
Ç5	64,93	3,54	5,47	89,33	4,86	5,45
Ç6	62,88	3,50	5,57	87,34	3,20	3,67
Ç7	72,09	4,22	5,87	93,44	3,37	3,61
Ç8	64,76	3,49	5,39	91,65	4,34	4,73
Ç9	62,79	3,09	4,92	89,08	5,51	6,19
Ç10	52,15	4,61	8,85	85,37	3,98	4,66

Levhaların su alma değerleri üzerine; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının su alma oranına etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	ÖD
Örnek Alan (A)	843,462	1	843,462	36,493	***
Kurutma sıcaklığı (B)	7553,113	2	3776,556	163,395	***
Pres Sıcaklığı (C)	2708,881	1	2708,881	117,202	***
Pres Süresi (D)	3795,782	1	3795,782	164,227	***
(A)*(B) (İnt)	76,124	2	38,062	1,647	Ö.D.
(A)*(C) (İnt)	9,888	1	9,888	,428	Ö.D.
(A)*(B)*(C) (İnt)	1,067	1	1,067	,046	Ö.D.
(A)*(D) (İnt)	55,006	1	55,006	2,380	Ö.D.
(A)*(B)*(D) (İnt)	2,243	1	2,243	,097	Ö.D.
(B)*(C) (İnt)	428,019	1	428,019	18,519	***
(B)*(D) (İnt)	199,289	2	99,645	4,311	***
(B)*(C)*(D) (İnt)	12,865	1	12,865	,557	Ö.D.
(C)*(D) (İnt)	6,439	1	6,439	,279	Ö.D.
(A)*(C)*(D) (İnt)	2,243	1	2,243	,097	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	13,566	1	13,566	,587	Ö.D.

Varyans analizi sonucuna göre su alma oranı üzerine; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin, yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı ve yonga kurutma sıcaklığı-pres süresinin etkileşimlerinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir. Su alma değerleri üzerine kurutma sıcaklığının etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17. Kurutma sıcaklığının su almaları etkisine ait Duncan test sonuçları

Varyans Kaynağı (Yonga kurutma sıcaklığı)	Su Alma Miktarları (%)
150°C	76,822(a)
170°C	77,107(a)
120°C	83,789(b)

### 3.3.4. Kalınlık Artışı

Levhaların 2 ve 24 saatteki kalınlık artışına ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 18’de verilmiştir. Denemeler 15 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 18. Levhaların kalınlık artış değerleri (%)

Levha Tipi	2 SAAT			24 SAAT		
	X	S	V	X	S	V
K1	21,89	1,10	5,03	28,35	3,12	11,00
K2	18,82	1,26	6,72	25,45	1,64	6,48
K3	19,95	1,20	6,03	24,23	0,89	3,69
K4	18,66	1,26	6,78	23,16	0,95	4,14
K5	17,54	1,82	10,42	22,50	1,37	6,09
K6	16,72	2,54	15,23	21,76	1,22	5,63
K7	19,75	2,11	10,71	27,06	2,40	8,88
K8	18,91	2,88	15,25	24,74	1,49	6,02
K9	18,06	1,01	5,62	23,63	1,43	6,07
K10	16,89	1,21	7,17	22,38	1,16	5,21
Ç1	20,53	1,32	6,45	27,62	1,55	5,63
Ç2	17,44	1,30	7,50	24,77	1,69	6,82
Ç3	19,24	1,19	6,22	23,78	1,50	6,35
Ç4	17,12	0,92	5,41	22,84	1,73	7,61
Ç5	17,26	1,49	8,66	21,28	2,10	9,88
Ç6	16,96	0,88	5,20	20,79	1,17	5,62
Ç7	18,28	1,30	7,14	22,12	2,19	9,92
Ç8	17,05	1,52	8,91	21,69	1,22	5,63
Ç9	16,92	1,32	7,84	20,50	2,00	9,75
Ç10	16,19	1,20	7,45	19,97	1,85	9,29

Levhaların kalınlık artış değerleri üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 19’ da verilmiştir.

Tablo 19. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının kalınlık artışına etkisine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	ÖD
Örnek Alanı (A)	289,448	1	289,448	90,703	***
Kurutma sıcaklığı (B)	932,590	2	466,295	146,120	***
Pres Sıcaklığı (C)	373,405	1	373,405	117,012	***
Pres Süresi (D)	210,588	1	210,588	65,991	***
(A)*(B) (İnt)	12,143	2	6,072	1,903	Ö.D.
(A)*(C) (İnt)	55,568	1	55,568	17,413	***
(A)*(B)*(C) (İnt)	3,123	1	3,123	,979	Ö.D.
(A)*(D) (İnt)	4,615	1	4,615	1,446	Ö.D.
(A)*(B)*(D) (İnt)	2,229	2	1,115	,349	Ö.D.
(B)*(C) (İnt)	,221	1	,221	,069	Ö.D.
(B)*(D) (İnt)	66,980	2	33,490	10,495	***
(B)*(C)*(D) (İnt)	12,579	1	12,579	3,998	*
(C)*(D) (İnt)	34,072	1	34,072	10,677	Ö.D.
(A)*(C)*(D) (İnt)	5,034	1	5,034	1,446	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	,025	1	,025	,008	Ö.D.

Varyans analizi sonucuna göre levhaların kalınlık artımına; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin, örnek alanı-pres sıcaklığı, yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı ve yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı-pres süresinin etkileşimlerinin etkisinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir. Kalınlık artışı üzerine yonga kurutma sıcaklığının etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 20’de verilmiştir.

Tablo 20. Kurutma sıcaklığının kalınlık artışına etkisine ait Duncan test sonuçları

Varyans Kaynağı (Yonga kurutma sıcaklığı)	Kalınlık Artış Oranları (%)
170°C	19,356 (a)
150°C	20,224 (b)
120°C	22,081 (c)

### 3.4. Mekanik Özellikler

#### 3.4.1. Eğilme Direnci

Levhaların eğilme dirençlerine ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 21’de verilmiştir. Denemeler 18 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 21. Levhalarının eğilme direnci değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha tipi	X	S	V
K1	14,94	1,34	9,00
K2	15,27	0,88	5,79
K3	14,31	1,02	7,13
K4	14,73	1,23	8,35
K5	13,15	1,55	11,79
K6	13,46	0,81	6,04
K7	15,59	0,86	5,53
K8	15,84	0,51	3,27
K9	14,64	0,71	4,85
K10	15,07	1,20	8,01
Ç1	12,96	1,27	9,79
Ç2	13,62	0,61	4,48
Ç3	12,58	1,44	11,48
Ç4	12,85	0,79	6,20
Ç5	12,06	1,04	8,67
Ç6	12,42	1,11	8,99
Ç7	15,10	1,29	8,59
Ç8	15,38	1,06	6,95
Ç9	13,17	1,37	10,44
Ç10	14,14	1,34	9,48

Eğilme direnci değerleri üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklığı ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 22’ de verilmiştir.

Tablo 22. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının eğilme direnç değerleri etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	ÖD
Örnek Alanı (A)	114,407	1	114,407	91,783	***
Kurutma sıcaklığı (B)	109,085	2	54,542	43,756	***
Pres Sıcaklığı (C)	62,465	1	64,465	50,112	***
Pres Süresi (D)	15,312	1	15,321	12,291	***
(A)*(B) (İnt)	8,921	2	4,460	3,578	**
(A)*(C) (İnt)	15,950	1	15,950	12,796	***
(A)*(B)*(C) (İnt)	2,208	1	2,208	1,771	Ö.D.
(A)*(D) (İnt)	0,606	1	0,606	0,487	Ö.D.
(A)*(B)*(D) (İnt)	0,007	2	0,003	0,003	Ö.D.
(B)*(C) (İnt)	6,983	1	6,983	5,602	**
(B)*(D) (İnt)	0,429	2	0,215	0,172	Ö.D.
(B)*(C)*(D) (İnt)	1,417	1	1,417	1,137	Ö.D.
(C)*(D) (İnt)	0,065	1	0,065	0,052	Ö.D.
(A)*(C)*(D) (İnt)	0,175	1	0,175	0,140	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	1,038	1	1,038	0,833	Ö.D.
Hata	404,853	328			
Toplam	70015,745	348			

Varyans analizi sonucuna göre levhaların eğilme dirençleri üzerine; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresi, örnek alan-yonga kurutma sıcaklığı, örnek alan-pres sıcaklığı, örnek alan-yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı ve yonga kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığının etkileşimlerinin etkisinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir. Eğilme dirençleri üzerine yonga kurutma sıcaklığının etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 23'te verilmiştir.

Tablo 23. Kurutma sıcaklığının eğilme direnci etkisine ait Duncan test sonuçları

Varyans Kaynağı (Yonga kurutma sıcaklığı)	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )
170°C	12,776 (a)
150°C	13,941 (b)
120°C	14,983 (c)

### 3.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 24'te verilmiştir. Denemeler 18 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 24. Levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha Tipi	X	S	V
K1	1834,60	124,75	6,80
K2	1860,92	67,64	3,63
K3	1810,92	127,30	7,03
K4	1841,54	158,27	8,59
K5	1622,87	202,94	12,51
K6	1675,39	69,91	4,17
K7	1852,84	125,59	6,78
K8	1871,17	194,29	10,38
K9	1828,72	133,01	7,27
K10	1859,39	160,72	8,64
Ç1	1570,53	159,09	10,13
Ç2	1770,19	141,39	7,99
Ç3	1541,29	109,09	7,08
Ç4	1759,30	93,91	5,34
Ç5	1501,11	109,37	7,29
Ç6	1741,13	99,20	5,70
Ç7	2018,54	272,04	13,48
Ç8	2129,74	201,82	9,47
Ç9	1989,16	172,57	8,67
Ç10	2038,13	112,72	5,53

Elastikiyet modülü değerleri üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklığı ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 25’ de verilmiştir.

Tablo 25. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	ÖD
Örnek Alanı (A)	72700,410	1	72700,410	3,213	Ö.D
Kurutma sıcaklığı (B)	638065,972	2	319032,986	14,178	***
Pres Sıcaklığı (C)	2705172,590	1	2705172,590	120,216	***
Pres Süresi (D)	756877,690	1	756877,690	33,635	***
(A)*(B) (İnt)	266485,178	2	133242,589	5,921	***
(A)*(C) (İnt)	2288363,714	1	2288363,714	101,693	***
(A)*(B)*(C) (İnt)	8203,412	1	8203,412	,365	Ö.D
(A)*(D) (İnt)	325552,361	1	325552,361	14,467	***
(A)*(B)*(D) (İnt)	4107,515	2	2053,757	,091	Ö.D.
(B)*(C) (İnt)	5750,464	1	5750,464	,256	Ö.D.
(B)*(D) (İnt)	9852,308	2	4926,154	,219	Ö.D.
(B)*(C)*(D) (İnt)	5573,334	1	5573,334	,248	Ö.D.
(C)*(D) (İnt)	74595,979	1	74595,979	3,315	Ö.D.
(A)*(C)*(D) (İnt)	65943,588	1	65943,588	2,930	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	8318,655	1	8318,655	,370	Ö.D.
Hata	7380858,797	328			
Toplam	1157332552,792	348			

Varyans analizi sonucuna göre levhaların elastikiyet modülü değerleri üzerine; yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresi, örnek alan-yonga kurutma sıcaklığı, örnek alan-pres sıcaklığı, örnek alan-pres süresi etkileşimlerinin etkisinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir. Elastikiyet modülü üzerine yonga kurutma sıcaklığının etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 26’da verilmiştir.

Tablo 26. Kurutma sıcaklığının eğilmeye elastikiyet modülüne etkisine ait Duncan test sonuçları

Varyans Kaynağı (Yonga kurutma sıcaklığı)	Elastikiyet Modülü (N/mm <sup>2</sup> )
170°C	1635,12 (a)
150°C	1833,56 (b)
120°C	1881,13 (c)

### 3.4.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Yüze dik çekme direnci değerlerine ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 27’de verilmiştir. Denemeler 18 örnek üzerinde gerçekleştirilmiş, homojenlik göstermeyen örnekler istatistiksel değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 27. Levhalarının yüze dik çekme değerleri (N/mm<sup>2</sup>)

Levha Tipi	X	S	V
K1	0,71	0,09	13,64
K2	0,82	0,05	7,17
K3	0,65	0,06	10,41
K4	0,79	0,07	9,12
K5	0,64	0,15	24,72
K6	0,74	0,09	12,43
K7	0,82	0,05	7,08
K8	0,88	0,05	6,17
K9	0,73	0,03	5,20
K10	0,78	0,03	4,76
Ç1	0,60	0,04	6,88
Ç2	0,63	0,04	7,27
Ç3	0,55	0,06	11,03
Ç4	0,58	0,03	6,25
Ç5	0,46	0,04	8,71
Ç6	0,51	0,05	10,11
Ç7	0,63	0,03	5,38
Ç8	0,65	0,03	5,26
Ç9	0,58	0,05	9,57
Ç10	0,60	0,03	6,25



Yüzeye dik çekme değerleri üzerine, örnek alanı, kurutma sıcaklığı, pres sıcaklığı ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçlar Tablo 28’de verilmiştir.

Tablo 28. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının çekme direnç değerlerine etkilerine ait varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	ÖD
Örnek Alanı (A)	2,613	1	2,613	589,661	***
Kurutma sıcaklığı (B)	0,473	2	0,236	53,321	***
Pres Sıcaklığı (C)	0,115	1	0,115	25,965	***
Pres Süresi (D)	0,270	1	0,270	60,925	***
(A)*(B) (İnt)	0,032	2	0,016	3,572	*
(A)*(C) (İnt)	0,018	1	0,018	4,173	*
(A)*(B)*(C) (İnt)	0,010	1	0,010	2,332	Ö.D.
(A)*(D) (İnt)	0,060	1	0,060	13,599	***
(A)*(B)*(D) (İnt)	0,006	2	0,003	0,624	Ö.D.
(B)*(C) (İnt)	0,001	2	0,000	0,099	Ö.D.
(B)*(D) (İnt)	0,013	1	0,013	2,835	Ö.D.
(B)*(C)*(D) (İnt)	0,002	1	0,002	0,356	Ö.D.
(C)*(D) (İnt)	0,029	1	0,029	6,526	*
(A)*(C)*(D) (İnt)	0,015	1	0,015	3,382	Ö.D.
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	0,002	1	0,002	0,462	Ö.D.
Hata	1,400	316	0,004		
Toplam	157,288	336			

Varyans analizi sonucuna göre örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresi, örnek alanı-yonga kurutma sıcaklığı, örnek alanı-pres süresi ve kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı etkileşimlerinin etkileşiminin, levhaların yüzeye dik çekme değerleri üzerine etkisinin 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir. Yonga kurutma sıcaklığının yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisine ait Duncan testi sonuçları Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29. Yonga kurutma sıcaklığının yüzeye dik çekme direnci değerlerine etkisine ait Duncan test sonuçları

Varyans Kaynağı (Yonga kurutma sıcaklığı)	Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )
170°C	0,59 (a)
150°C	0,65 (b)
120°C	0,73 (c)

### 3.4.4. Vida Tutma Gücü

Levhaların kalınlık ekseninde vida tutma gücü değerlerine ait ortalama, standart sapma ve varyasyon katsayısı değerleri Tablo 30'da verilmiştir. Denemeler 15 adet örnek ile gerçekleştirilmiştir. Homojenlik göstermeyen örnekler değerlendirmeye alınmamıştır.

Tablo 30. Levhalarının vida tutma gücü değerleri (N)

Levha Tipi	X	S	V
K1	783,83	100,30	12,80
K2	949,83	93,75	9,87
K3	893,42	49,72	5,57
K4	1037,80	95,73	9,23
K5	969,33	70,46	7,27
K6	1035,16	161,77	15,63
K7	665,16	78,97	11,87
K8	797,08	110,12	13,81
K9	727,66	162,09	22,28
K10	873,58	167	19,11
Ç1	646,67	72,41	11,20
Ç2	737,50	110,13	14,93
Ç3	712,25	34,80	4,89
Ç4	746,50	98,49	13,19
Ç5	742,00	80,75	10,88
Ç6	828,25	60,69	7,33
Ç7	657,16	78,36	11,92
Ç8	683,16	94,40	13,81
Ç9	810,08	76,03	9,38
Ç10	829,83	160,16	19,30

Levhaların kalınlık ekseninde vida tutma gücü üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olup olmadığını belirlemek için çoğul varyans analizi yapılmış ve sonuçla Tablo 31' de verilmiştir.

Tablo 31. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres süre ve sıcaklığının vida tutma değerlerine etkilerine ait çoğul varyans analiz sonuçları

Varyans kaynağı	Kareler toplamı	SD	Kareler ortalaması	F-Hesap	Ö.D
Örnek Alanı (A)	1345487,726	1	1345487,726	111,050	Ö.D
Kurutma sıcaklığı (B)	752068,833	2	376034,417	31,036	Ö.D
Pres Sıcaklığı (C)	395609,334	1	395609,334	32,652	Ö.D
Pres Süresi (D)	43102,900	1	43102,900	3,557	*
(A)*(B) (İnt)	161822,417	2	80911,209	6,678	Ö.D
(A)*(C) (İnt)	126342,403	1	126342,403	10,428	*
(A)*(B)*(C) (İnt)	80554,566	1	80554,566	6,649	*
(A)*(D) (İnt)	9618,877	1	9618,877	0,794	**
(A)*(B)*(D) (İnt)	92163,211	2	46081,605	3,803	*
(B)*(C) (İnt)	52019,513	1	52019,513	4,293	*
(B)*(D) (İnt)	205735,370	2	102867,685	8,490	Ö.D
(B)*(C)*(D) (İnt)	114049,054	1	114049,054	9,413	*
(C)*(D) (İnt)	222792,615	1	222792,615	18,388	Ö.D
(A)*(C)*(D) (İnt)	88,001	1	88,001	0,007	***
(A)*(B)*(C)*(D) (İnt)	47965,659	1	47965,659	3,959	*
Hata	2617071,350	216			
Toplam	158591853	236			

Varyans analizi sonuçlarına göre, pres süresi, örnek alanı-pres sıcaklığı, örnek alanı-kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı, örnek alanı- kurutma sıcaklığı-pres süresi, kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı, kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı-pres alanı, örnek alanı-kurutma sıcaklığı-pres sıcaklığı-pres süresi etkileşimlerinin levhaların vida tutma değerleri üzerine 0,05 hata payıyla anlamlı olduğu belirlenmiştir.

## 4. İRDELEME

İki farklı alandan (KTÜ Kampüs ve Çamoba) temin edilen kızılağaç odunlarının anatomik özellikleri ve yoğunlukları, bu odunlardan elde edilen yongalardan, 3 farklı kurutma sıcaklığı (120°C, 150°C ve 170°C), 2 farklı pres sıcaklığı (150°C ve 200°C) ve 2 farklı pres süresi (5dk ve 7dk) üretim şartları uygulanarak üretilen levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimler grafikler ile açıklanmaya çalışılmıştır.

### 4.1. Anatomik Özellikler

Anatomik özellikler üzerine yapılan ölçümler sonucunda trahe teğet ve radyal çapı, trahe uzunluk ve sayısı, öz ışını yükseklik ve sayısı değerleri üzerine 0,05 hata payıyla yükseltinin etkili olduğu belirlenmiştir.

Sarıbaş ve Yaman (2009) yaptıkları çalışmada yükseltinin artması ile ilkbahar odunu trahe çaplarında incelmenin meydana geldiğini belirlemiştir. Yükseltinin artması ile odun elemanlarının çaplarında incelmenin meydana geldiği Kiaei (2011) tarafından yapılan çalışmada da belirlenmiştir. Kızılağaç odunlarının anatomik özellikleri literatür çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir. Yükseltinin artmasının; trahe teğet ve radyal çaplarını düşürerek birim alandaki trahe sayısını artırdığı söylenebilir.

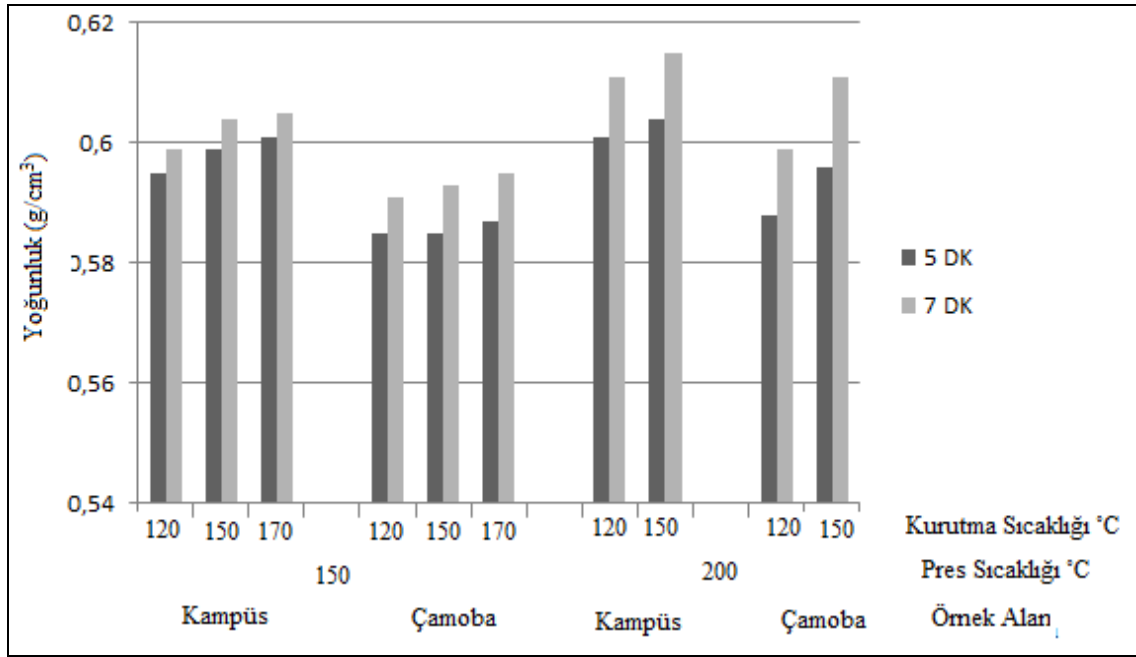
### 4.2. Yoğunluk

KTÜ Kampüs'ten temin edilen odunun hava kuru yoğunluğu 0,548gr/cm<sup>3</sup>, tam kuru yoğunluk değeri 0,513gr/cm<sup>3</sup>, Çamoba'dan temin edilen odunun hava kuru yoğunluğu 0,568gr/cm<sup>3</sup>, tam kuru yoğunluğu ise 0,528gr/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Gürsu (1967)'nin çalışmasında sakallı kızılağaç odununun tam kuru yoğunluk değerlerinin 0,40-0,56gr/cm<sup>3</sup> arasında değiştiği belirlenmiştir. Kızılağaç odunun hava kuru yoğunluk değerleri 0,49-0,60gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Merev, 1983). Sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir.

### 4.3. Fiziksel Özellikler

#### 4.3.1. Yoğunluk

Levha gruplarının yoğunluk değerleri Şekil 15'te verilmiştir. Yoğunluk değerlerine, örnek alanı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir.



Şekil 15. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin yoğunluk değerlerine etkisi

Yoğunluk değerleri incelendiğinde en yüksek değerlerin Kampüs'ten alınan, 150°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve 7dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K10: 0,615gr/cm<sup>3</sup>), en düşük değerlerin ise Çamoba'dan alınan, 150°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve pres süresi 5dk olan levhalardan (Ç1: 0,585gr/cm<sup>3</sup>) elde edilmiştir.

Yonga kurutma sıcaklığının yongalevhaların yoğunluk değerlerini etkilemediği belirlenmiştir. Sonuçlar bulgular bölümünde Tablo 12'de verilmiştir.

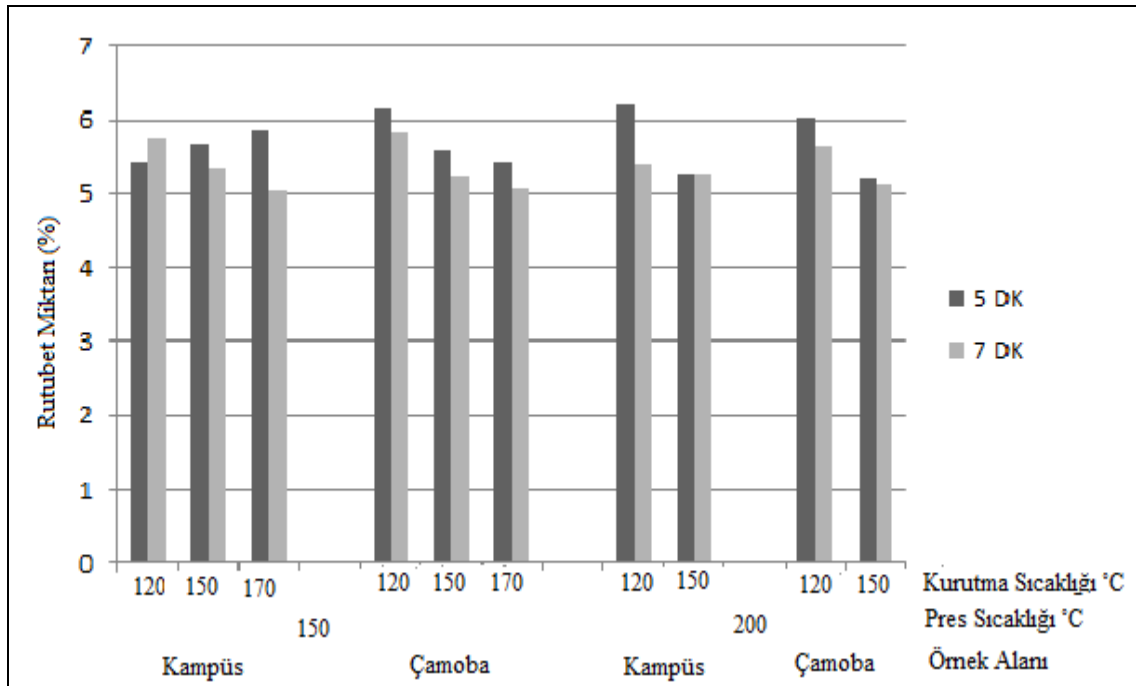
Örnek alanı yükseltisinin artması ile levhaların yoğunluk değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Sarıbaş ve Yaman (2009) yaptıkları çalışmada yükseltinin artması ile ilkbahar odunu trahe çaplarında incelmeye meydana geldiğini belirtmektedirler. Bulgular bölümünde

verilen Tablo 8’de yükseltinin artması ile odun elemanlarının çaplarında inceleme meydana geldiği gözlenmektedir. Daha ince trahe çapına sahip odunlardan aynı şartlarda üretilen levhalarda levhanın yoğunluğunun azaldığı düşünülmektedir.

Pres şartları levhanın yoğunluğunu etkileyen önemli faktörlerdendir. Pres basıncının artırılması ile levha yoğunluğunda artış meydana geldiği Gündüz ve Masraf (2005) tarafından yapılan çalışmada da belirtilmektedir. Pres sıcaklık ve süresinin artması ve basıncın etkisi ile levhaların yoğunluk değerlerinde artma meydana geldiği söylenebilir.

#### 4.3.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubet değerlerinin %5,05 ile %6,21 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Üretilen levha gruplarının rutubet değerleri Şekil 16’da gösterilmiştir.

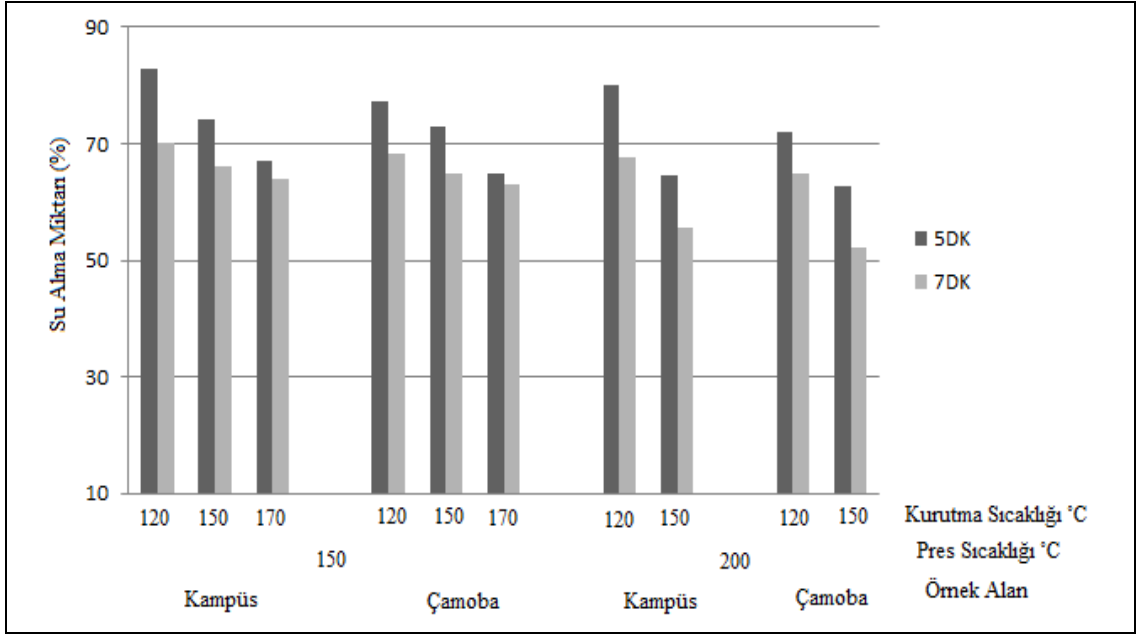


Şekil 16. Deneme levhalarının rutubet miktarı

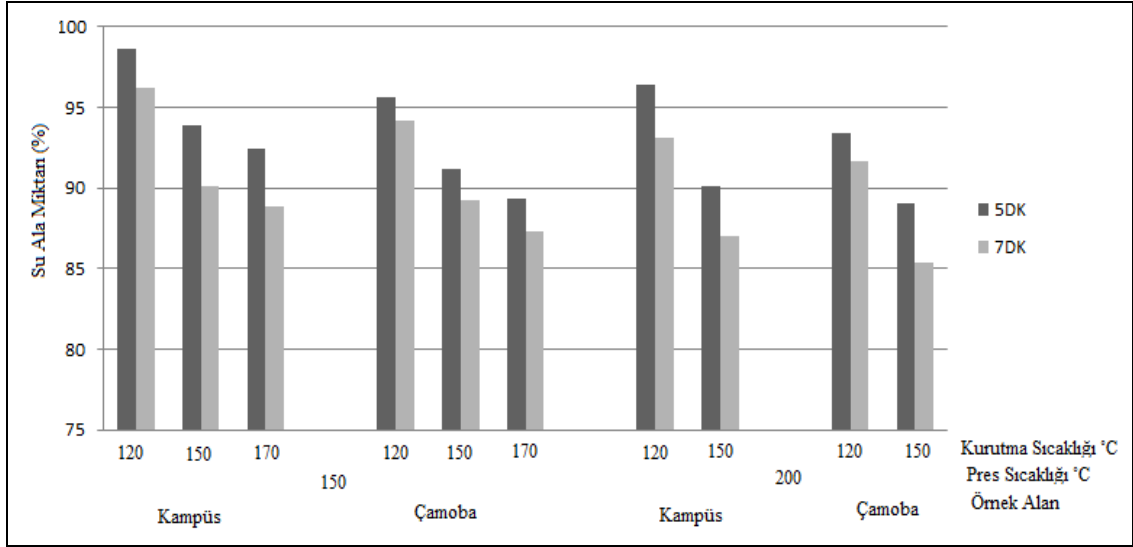
TS EN 312 (2012) no’lu standart levhalarda rutubet miktarının %9±4 arasında olması öngörülmektedir. Deneme levhalarının rutubet değerleri standartta belirtilen değerlere uyum göstermektedir.

### 4.3.3.Su Alma Oranı

Su alma oranına; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Levha gruplarının 2 ve 24 saatteki su alma oranlarına ait grafikler Şekil 17 ve 18’de verilmiştir.



Şekil 17. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 2 saat suda bekletme sonunda su alma oranlarına etkisi



Şekil 18. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 24 saat suda bekletme sonunda su alma oranlarına etkisi

2 saat suda bekletme sonucu su alma değerleri incelendiğinde en yüksek değer Kampüs'ten alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 5dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K1: %82,85), en düşük değer ise Çamoba'dan alınan, 150°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve pres süresi 7dk olan levhalardan (Ç10: %52,15) elde edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucu su alma değerleri incelendiğinde en yüksek değer K1 (%98,59), en düşük değer Ç10 (%85,37) levha gruplarından elde edilmiştir.

Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresi levhanın su alma oranlarını etkilemiştir.

Örnek alanı yükseltisinin artması ile tüm levha gruplarının su alma oranlarında azalma meydana gelmiştir. Kiaei (2011) yükseltinin artması ile odun elemanlarının çaplarında inceleme ve hacimsel şişme oranlarında azalma meydana geldiğini çalışmasında belirlemiştir. Buna göre artan yükseltinin etkisi ile levhaların su alma miktarlarının azaldığı düşünülmektedir.

Yonga kurutma sıcaklığının artması ile levhaların su alma oranlarında azalma meydana gelmiştir. Hücre çeper bileşeni olan hemiselülozların yapısında bulunan hidroksil grupları ısı işleminden etkilenerek bozulmaktadır (Yıldız, 2002). Levhaların 2 ve 24saat suda bekletilmeleri sonucu, yüksek kurutma sıcaklıklarında yapısı bozulan hidroksil grupları su ile bağlanamayarak su alma miktarlarında azalma meydana geldiği söylenebilir.



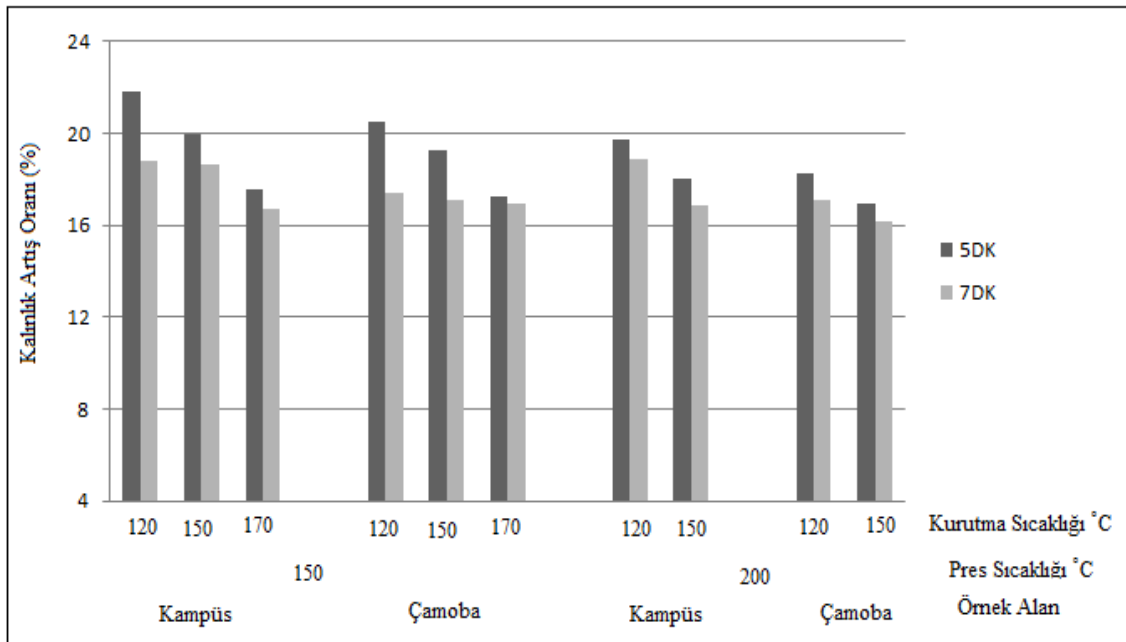
Pres şartları levha özelliklerini etkileyen en önemli faktördür. Pres sıcaklık ve süresinin artması ile levhaların su alma oranlarında azalma meydana gelmiştir.

Yüksek pres sıcaklık ve süresinde üretilen levhalarda dışarı atılması gereken rutubet levhayı hızlı bir şekilde terk etmekte olup (Gündüz ve Masraf, 2005, bu esnada yongalarda meydana gelen) histerez ve hücre bozulmaları gereği ağaç malzeme kaybettiği rutubet değerine kolaylıkla ulaşamayacağından su alma oranları aynı yüksek değere ulaşmamaktadır.

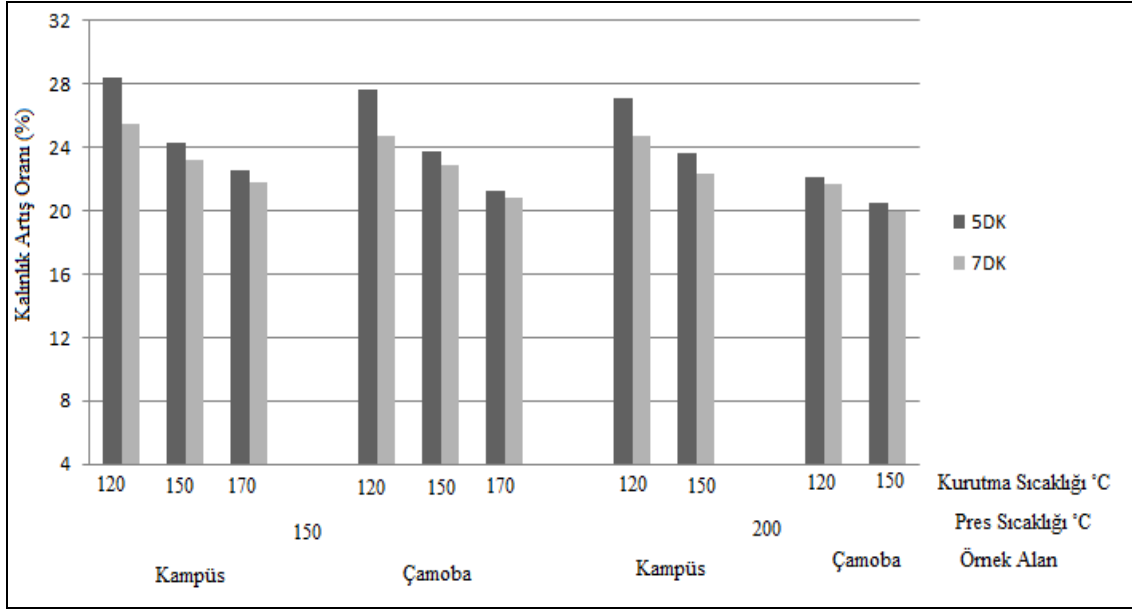
Ayrıca yüksek pres sıcaklık ve süresinde, tutkalla yongalar daha iyi yapışmasına bağlı olarak yapışma direncinin artırdığı ve su alma miktarını azalttığı da söylenebilir.

#### 4.3.4. Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

Kalınlık artışına; örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Levha gruplarının 2 ve 24 saatteki kalınlık artış oranlarına ait grafikler Şekil 19 ve 20’de verilmiştir.



Şekil 19. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 2 saat suda bekletme sonunda kalınlık artışına etkisi



Şekil 20. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin 24 saat suda bekletme sonunda kalınlık artışına etkisi

2 saat suda bekletme sonucu kalınlık artışı değerleri incelendiğinde en yüksek değerler Kampüs'ten alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 5dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K1: %21,89), en düşük değerler ise Çamoba'dan alınan, 150°C sıcaklıkta kurutulmuş yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve pres süresi 7dk olan levhalardan (Ç10: %16,19) elde edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucu su alma değerleri incelendiğinde en yüksek değer K1 (%28,35), en düşük değer Ç10 (%19,97) levha gruplarından elde edilmiştir.

Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin levhanın kalınlık artışını etkilediği belirlenmiştir.

Örnek alanı yükseltisinin artması ile tüm levha gruplarının kalınlık artışı değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Yükseltisinin artması ile odun elemanlarının çaplarında incelme ve hacimsel şişme oranlarında azalma meydana gelerek kalınlık artış miktarını azalttığı söylenebilir ve literatüre uyum göstermektedir (Kiaei, 2011).

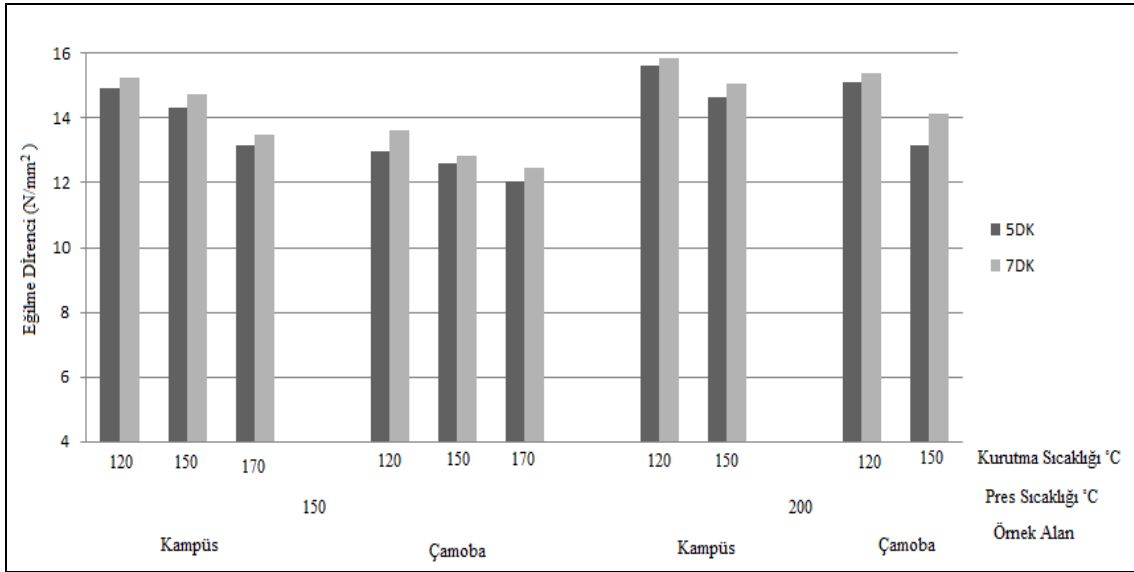
Yonga kurutma sıcaklığının artması ile suda bekletilen levhaların kalınlık artış değerlerinde azalma meydana gelmiştir. Hidroksil grupları kurutma sıcaklığından etkilenecek bozulmaktadır (Yıldız, 2002). 2 ve 24saat suda bekletilen levhalarda, yüksek kurutma sıcaklığından etkilenecek bozulan hidroksil gruplarının azalması kalınlık artışını azalttığı söylenebilir.

Yüksek pres sıcaklık ve süresinde levhalardan dışarı atması gereken suyun tamamı atmaktadır (Gündüz ve Masraf, 2005). Suyun atılması ile bu levhalarda hücre yapısı fiziksel ve kimyasal bozulmaya uğrayarak kalınlık artışı üzerinde ters etki yapmaktadır. Yüksek pres sıcaklık ve süresinde yüksek yapışma direncine sahip olan tutkallı yongalar su almayı engelleyerek kalınlık artışının azaldığı görülmektedir.

#### 4.4. Mekanik Özellikler

##### 4.4.1. Eğilme Direnci

Levhaların eğilme direnci değerleri üzerine, örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Levha gruplarının eğilme direnci değerleri Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin eğilme direncine etkisi

Eğilme direnci değerleri incelendiğinde en yüksek değer Kampüs’ten alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve 7dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K8: 15,85N/mm<sup>2</sup>), en düşük değer ise Çamoba’dan alınan, 170°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve pres süresi 5dk olan levhalardan (Ç5: 12,06N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

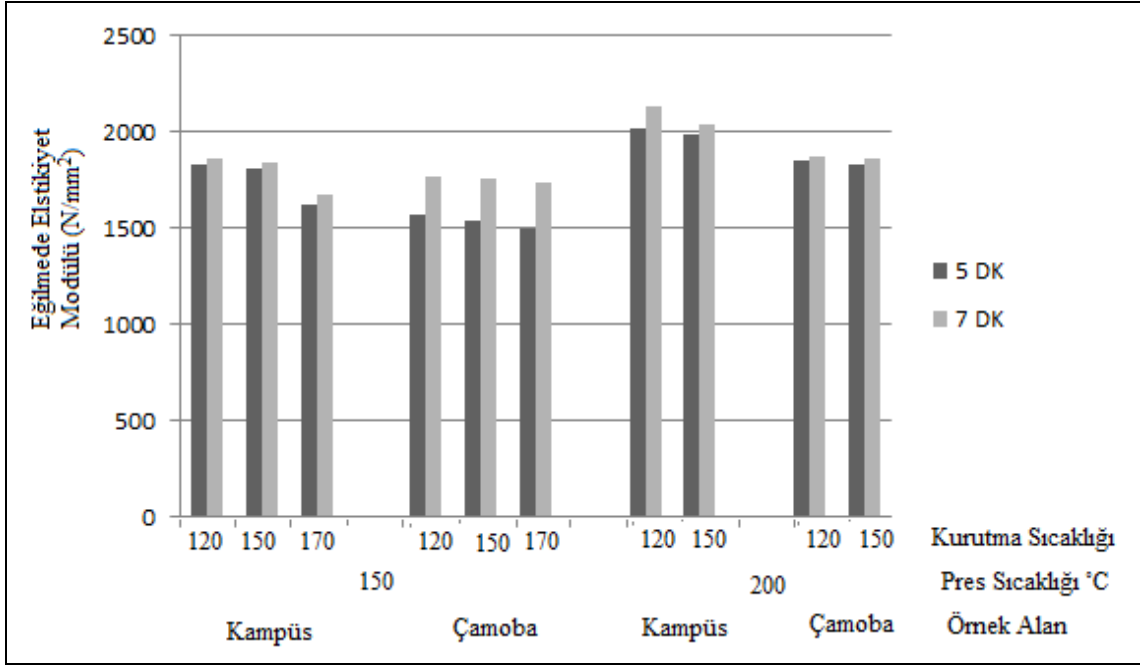
Örnek alanı yükseltisinin artması ile levhaların eğilme dirençlerinde azalma meydana gelmiştir. Kiaei, (2011) artan yükselti ile odunun yoğunluğu ve levhanın eğilme direnç değerlerinin azaldığı belirtilmektedir. Nemli vd., (2001) levhaların yoğunluk değerlerinin artırılması ile mekanik özelliklerinde belirgin bir iyileşme meydana geldiğini belirtmişlerdir. Örnek alanı yükseltisinin artması ve levha yoğunluğunun azalması ile levhaların eğilme direnç değerlerinde azalmanın meydana geldiği görülmektedir.

Yonga kurutma sıcaklığının artması ile levhaların eğilme direnç değerlerinde azalmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Yongalara uygulanan yüksek kurutma sıcaklıkları yongadaki hidroksil grupları azaltmaktadır (Sernek, 2002; Korkut ve Kocaefe, 2009). Hidroksil grubunun azalması zayıf yapışmaya neden olmaktadır. Yongalar arası yeterli yapışma yüzeyinin oluşmaması levhanın eğilme direncini düşürdüğü söylenebilir odunun zayıf yapışmasına neden olmaktadır.

Pres sıcaklık ve süresinin artması ile eğilme direnci değerlerinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Iskanderani (2008) tarafından yapılan çalışmada artan pres sıcaklığına bağlı olarak yongalevhaların eğilme dirençlerinde de artışın meydana gelmiştir. Yapılan bir başka çalışmada pres süresinin artması ile levhaların eğilme dirençlerinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir (Tabarsa vd., 2010). Yongalara uygulanan sıcaklık ile hücre yapısında buluna lignin plastikleşmektedir (Kocaefe ve ark, 2008; Korkut ve Kocaefe, 2009). Pres süresinin ve sıcaklığının artması ile yüksek sıcaklıktaki preste uzun süre kalan levhaların yüzey tabakalarındaki ligninin plastikleşmesi ile eğilme direnç değerlerinde artış meydana geldiği söylenilebilir.

#### **4.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü**

Elastikiyet modülü değerlerine yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkisi olduğu belirlenmiştir. Levhaların elastikiyet modülü değerleri Şekil 22’de verilmiştir.



Şekil 22. Yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin eğilmede elastikiyet modülü değerlerine etkisi

Eğilmede elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde en yüksek değer Çamoba'dan alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve 7dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan ( $\text{Ç8: } 2129\text{N/mm}^2$ ), en düşük değer ise, Çamoba'dan alınan, 170°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 5dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan ( $\text{Ç5: } 1501,11\text{N/mm}^2$ ) elde edilmiştir.

Örnek alanın levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerini etkilemediği belirlenmiştir.

Kurutma sıcaklığının artması ile levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma meydana geldiği belirlenmiştir.

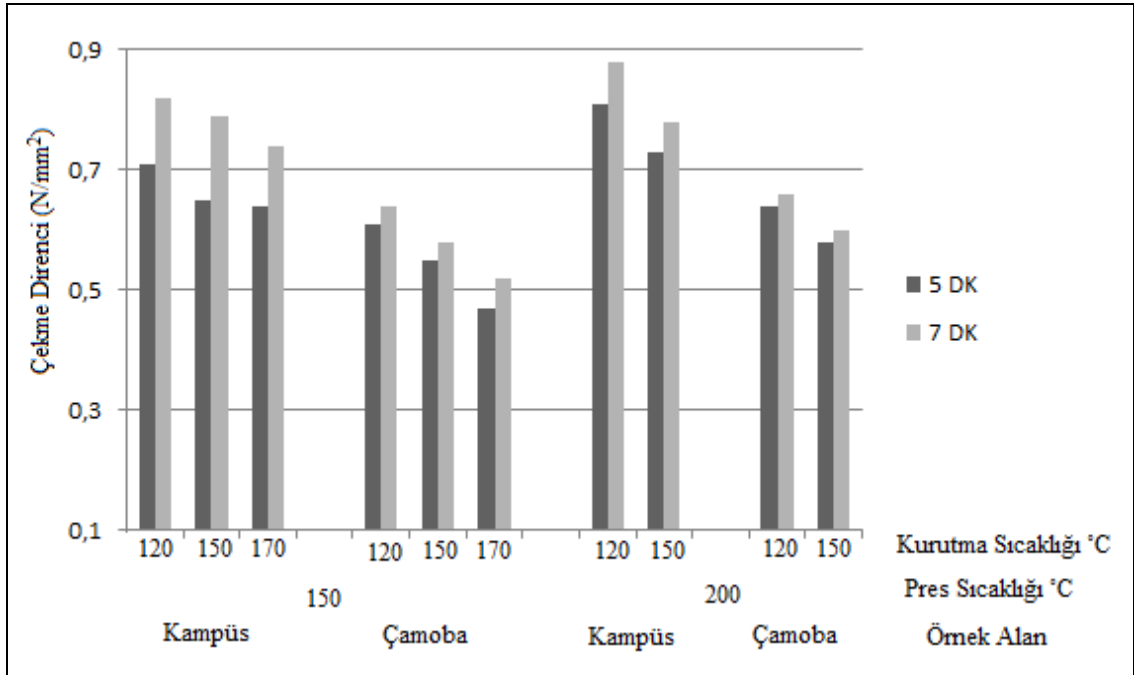
Sernek (2002) yaptığı çalışmada artan sıcaklık odunun hidroksil gruplarını azaltmakta ve yonganın yapışma direncini düşürdüğünü belirtmektedir (Korkut ve Kocafe, 2009). Yüzey yongaları arasında yeterli yapışmanın oluşmaması levhanın eğilmede elastikiyet modülü değerlerini azalttığı söylenebilir.

Pres sıcaklığı ve süresinin artması ile eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artmanın meydana geldiği belirlenmiştir. Gündüz ve Masraf (2005)'in çalışmasında pres sıcaklık ve süresinin artması ile levhanın eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artışın meydana geldiğini belirlenmiştir. Cuk vd. tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada da benzer sonuçlara ulaşılmıştır (Cuk vd., 2011). Preste bulunan üst tabaka yongalarının rutubet

miktarları azaldıkça eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış olmaktadır (Bektaş, vd., 2002). Preste yüksek sıcaklık ve süre etkisinde kalan levhaların dış tabaka yongalarının plastiklik derecesi artacağından eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış meydana getirmektedir.

#### 4.4.3. Yüze Dik Çekme Direnci

Levhaların çekme direnci değerleri üzerine örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkisinin olduğu belirlenmiştir. Levha gruplarının çekme direnci değerleri Şekil 23'te verilmiştir.



Şekil 23. Örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin yüze dik çekme direncine etkisi

Yüze dik çekme direnci değerleri incelendiğinde en yüksek değer Kampüs'ten alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 200°C pres sıcaklığı ve 7dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K8: 0,88N/mm<sup>2</sup>), en düşük değer ise, Çamoba'dan alınan, 170°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 5dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (Ç5: 0,47N/mm<sup>2</sup>) elde edilmiştir.

Şekil 24’de görüldüğü gibi örnek alanı yükseltisi ve yonga kurutma sıcaklığı arttıkça levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde azalma, pres sıcaklık ve süresinin artması ile ise artma meydana gelmiştir.

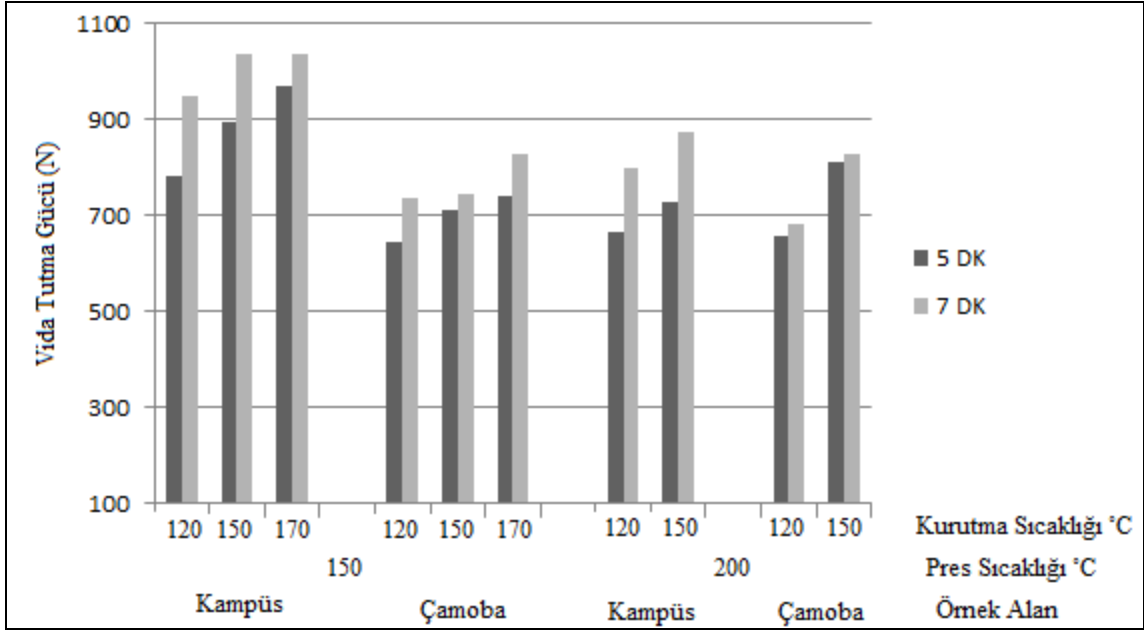
Artan yükselti ile odun elemanlarının hacmi daralmakta ve birim alana daha fazla odun elemanı düşmektedir. Birim alanda daha fazla odun elemanı bulunması, tutkallı yonga sayısını artırdığı, bunun da daha iyi yapışma sağlayarak yüzeye dik çekme direncini artırdığını söylenebilir. Ayrıca Kampüs’ten alınan odunlarda üretilen levhaların yoğunlukları Çamoba’dan alınan örneklere göre yüksek çıkmıştır. Levha yoğunluğunun artması ile levhaların mekanik özelliklerinde iyileşme meydana gelmektedir (Nemli vd., 2001). Levha yoğunluğunun artması ile yüzeye dik çekme dirençlerinde artışın meydana geldiği gözlenmektedir.

Kakaras ve Papadopoulos (2004) çalışmasında artan kurutma sıcaklığı ile levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde azalmanın meydana geldiğini belirlemişlerdir. Yonga kurutma sıcaklığının artması ile odunun hidrosil grupları azaltmaktadır (Sernek, 2002; Korkut ve Kocafe, 2009). Higroskopik özelliğini kaybeden yongaların daha az tutkal absorbe ederek yapışma direncini düşürdüğü, orta tabakada iyi yapışma olmaması sonucu levhaların yüzeye dik çekme değerlerinde azalmanın meydana geldiği gözlenmektedir.

Pres sıcaklık ve süresinin artması ile yüzeye dik çekme değerlerinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Cuk (2011), pres sıcaklık ve süresinin artması sonucu levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde artışın meydana geldiğini belirlemiştir. Pres süresinin artması ile orta tabakaya yeterli derecede sıcaklığın transfer edilmesi tutkalın yeterince sertleşmesini sağlayarak yüzeye dik çekme direncini artırdığı Ashori ve Nourbakhsh (2008) tarafından belirtilmektedir. Artan pres sıcaklık ve süresi ile orta tabakaya daha fazla sıcaklık transferi sonucunda tutkalın yeterince sertleşmesi ile yongaların yapışması daha yüksek olacağından yüzeye dik çekme dirençlerinde artışın meydana geldiği söylenebilir.

#### **4.4.4. Vida Tutma Gücü**

Levhaların vida tutma gücü değerleri üzerine pres süresinin etkisinin olduğu belirlenmiştir. Levha gruplarının vida tutma değerleri Şekil 24’de verilmiştir.



Şekil 24. Presleme süresinin vida tutma gücü değerlerine etkisi

Vida tutma gücü değerleri incelendiğinde en yüksek değer Kampüs'ten alınan, 150°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 7dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (K6: 1037,75N), en düşük değer ise, Çamoba'dan alınan, 120°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan, 150°C pres sıcaklığı ve 5dk pres süresi uygulanarak üretilen levhalardan (Ç1: 646,67N) elde edilmiştir.

Pres süresinin artması ile vida tutma gücü değerlerinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir. Vida tutma direnci levhanın yoğunluğuna bağlıdır (Wong vd., 1999; Saad ve Kamal, 2012). Saad ve Kamal (2012) levha yoğunluğunun artması ile vida tutma dirençlerini arttığını belirtmektedirler. Uzun sürede preste basınç etkisi altında kalan levhaların yoğunluk değerlerinin artması ile vida tutma gücü değerlerinin arttığı düşünülmektedir.



## 5. SONUÇLAR

### 5.1. Anatomik Özellikler

KTÜ Kampüs'ten temin edilen sakallı kızılağaç odunlarının anatomik özellikleri;

Trahelerin teğet çapı 58,50 $\mu$ m, radyal çapları ise 80,00 $\mu$ m, uzunluğu 784,17 $\mu$ m ve 1mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 94 olarak belirlenmiştir.

Lif uzunluğu 1296,25 $\mu$ m, genişliği 24,17 $\mu$ m, lümen genişliği 14,80 $\mu$ m ve lif çeper kalınlığı 5,19 $\mu$ m olarak belirlenmiştir.

Öz ışını yüksekliği 429,00 $\mu$ m, genişliği 14,00 $\mu$ m ve 1mm' de bulunan öz ışını sayısı 15 olarak belirlenmiştir.

Çamoba'dan temin edilen sakallı kızılağaç odunlarının anatomik özellikleri ise;

Trahe teğet çapı 55,50 $\mu$ m, radyal çapı 75,00 $\mu$ m, uzunluğu 843,17 $\mu$ m ve 1mm<sup>2</sup>'deki trahe sayısı 103 olarak belirlenmiştir.

Lif uzunluğu 1252,50 $\mu$ m, genişliği 25,13 $\mu$ m, lümen genişliği 14,79 $\mu$ m ve lif çeper kalınlığı 5,17 $\mu$ m olarak belirlenmiştir.

Öz ışını yüksekliği 464,00 $\mu$ m, genişliği 14,00 $\mu$ m ve 1mm' de bulunan öz ışını sayısı 14 olarak belirlenmiştir.

Yükseltinin artması odun elemanlarının çaplarını düşürdüğünden birim alandaki odun elemanı sayısını ve trahe uzunluğunu artırmış, trahelerde teğet ve radyal çaplarının azalması yongalevhanın mekanik özelliklerini azaltmıştır.

### 5.2. Yoğunluk

Kızılağaç odununun tam kuru yoğunluk değeri 0,528-0,568g/cm<sup>3</sup>, hava kuru yoğunluk değerleri ise 0,513-0,548g/cm<sup>3</sup> olarak belirlenmiştir. Gürsu (1967) tarafından Meryemana sakallı kızılağaç odunları üzerine yaptığı çalışmada tam kuru özgül ağırlık değerini 0,40-0,56gr/cm<sup>3</sup>, Merev (1983)'e göre kızılağaç odununun hava kuru özgül ağırlık değeri,49-0,60gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir. Sonuçlar literatür ile uyum göstermektedir.

### **5.3. Fiziksel Özellikler**

#### **5.3.1. Yoğunluk**

İstatiksel çalışmalar sonucunda levhanın yoğunluk değerlerinde yonga kurutma sıcaklığının etkili olmadığı, örnek alanı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Sarıbaş ve Yaman (2009) yaptıkları çalışmada yükseltinin artması ile ilkbahar odunu trahe çaplarında incelmeyi meydana geldiğini belirlemişlerdir. Daha ince trahe çapına sahip odunlardan aynı şartlarda üretilen levhalarda levhanın yoğunluğunu azaldığı söylenilebilir (Örs ve Keskin, 2001).

Pres sıcaklık ve süresinin artması ile levha taslağının daha uzun süre sıcaklık ve basınç etkisinde kalmasından dolayı yoğunluk değerinin arttığı söylenebilir.

#### **5.3.2. Rutubet Miktarı**

Levhaların rutubet miktarlarının %5,05-%6,21 arasında değiştiği belirlenmiştir. Levhalar bu bakımdan standartta belirtilen esaslara uymaktadır.

#### **5.3.3. Su Alma Miktarı**

Kızılağaç odunlarının alındığı yer, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin su alma miktarı üzerinde etkili olduğu belirlenmiştir.

KTÜ Kampüs ve Çamoba'dan alınan odunlardan, 150°C ve 200°C sıcaklıkta kurutulan yongalardan üretilen levhalarda 2 ve 24 saat sonunda su alma miktarlarında diğer levhalara göre daha az artış olduğu belirlenmiştir.

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

Kızılağaç odunlarının alındığı yerin, pres sıcaklık ve süresinin, kalınlık artış miktarlarında etkili olduğu belirlenmiştir. Pres sıcaklığının artması ve pres süresinin azalması kalınlık artışını olumlu yönde etkilemiştir. Kurutma sıcaklığının 120°C'den

150°C'ye çıkarılmasıyla kalınlık artışı olumlu, 170°C'ye çıkarılmasıyla ise olumsuz etkilenmiştir.

Her iki alandan alınan odunlardan üretilen levhaların kalınlık artışı miktarı pres sıcaklığının artması ile azalmakta, genel itibariyle pres süresinin artması ile de artmaktadır. Sonuçlar TS EN 312 (2012) no'lu standart'ta belirtilen değerlerle uyum göstermemektedir.

## **5.4. Mekanik Özellikler**

### **5.4.1. Eğilme Direnci**

Eğilme direnci üzerine örnek alanı, kurutma sıcaklığı, pres süresi ve sıcaklığının etkili olduğu belirlenmiştir.

Pres sıcaklık ve süresinin artması ile eğilme dirençlerinde artış meydana gelmiştir.

Kurutma sıcaklığının irdelenmesinde ise, Duncan testi (Tablo 18) sonuçlarına göre en yüksek değer 120°C'de kurutulan, en düşük değer ise 170°C kurutulan yongalardan üretilen levhalarda belirlenmiştir.

TS EN 312 (2012) no'lu standarda göre 18mm'lik yonga levhalarda en düşük eğilme direnci değerinin; kuru ve genel amaçlı kullanım yerlerinde 11,5N/mm<sup>2</sup> olması gerektiği bilinmektedir. Deneme levhaların eğilme dirençleri 12,06-15,85N/mm<sup>2</sup> arasında çıkmıştır. Bu bakımda deneme levhaların eğilme dirençleri standart değerlere uygun olup, genel amaçlı ve bina içi uygulamalarda kullanıma uygun olduğu görülmektedir.

### **5.4.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü**

Yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin elastikiyet modülü değerlerinde etkili olduğu belirlenmiştir. Artan yonga kurutma sıcaklığı ile eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde azalma, artan pres sıcaklık ve süresi ile eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış meydana gelmiştir. Örnek alanının levhaların elastikiyet modülü değerlerini istatikselsel olarak etkilemediği belirlenmiştir.

TS EN 312 (2012) no'lu standart'ta yongalevhaların en düşük elastikiyet modülü değeri, kuru, iç ortam mobilyalarının kullanıldığı yerlerde 1600N/mm<sup>2</sup> olarak

verilmektedir. Deneme levhaların elastikiyet modülü değerleri 1501,11-2129N/mm<sup>2</sup> arasında belirlenmiş olup, standart değerlere uygundur.

#### **5.4.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci**

Yüzeye dik çekme direncine örnek alanı, yonga kurutma sıcaklığı, pres sıcaklık ve süresinin etkili olduğu belirlenmiştir. Örnek alanı yükseltisinin ve yonga kurutma sıcaklığının artması ile levhaların yüzeye dik çekme değerlerinde azalmanın, pres sıcaklık ve süresinin artması ile çekme direncinde artmanın oluşu belirlenmiştir.

TS EN 312 (2012) standardında genel ortamlarda ve kuru yerlerde kullanılan levhaların en düşük yüzeye dik çekme direnç değerleri 0,24N/mm<sup>2</sup> olarak verilmektedir. Deneme levhaların değerleri yüzeye dik çekme direnç 0,47-0,88N/mm<sup>2</sup> arasında belirlenmiş olup, standarda uygun olduğu görülmektedir.

#### **5.4.4. Vida Tutma Gücü**

Kenara dik vida tutma gücünün pres süresi ile etkili olduğu belirlenmiştir. Pres süresinin artması vida tutma gücünü iyileştirmektedir. Artan pres süresi ile levhaların yoğunluk değerlerinde artma meydana gelmekte, yoğunluğu artan levhalarında vida tutma gücü değerleri artmaktadır (Saad ve Kamal, 2012). İstatiksel analizlere göre örnek alanı, yonga kurutma ve pres sıcaklığının vida tutma değerlerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. TSEN 312 (2012) standardında en düşük vida tutma değeri 650N'dur. Deneme levhaların vida tutma değerleri 646,67-1037,75N arasında belirlenmiş olup, standarda uygun olduğu görülmektedir.

## 6. ÖNERİLER

Bu tez; ülkemizde 3.207.914ha normal alan, 2.646.759ha bozuk alan ve toplamda 5.854.67ha alana yayılan sakallı kızılağaç odunlarından üretilen yongalardan, yonga kurutma sıcaklığı ve pres şartları değiştirilerek üretilen levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Sakallı kızılağaç; hızlı büyüyen, toprağı azot bakımından zenginleştiren, ölü toprağı ekildiğinde toprağın canlanmasını sağlayan bir ağaç türüdür. Türkiye’de özellikle Doğu Karadeniz’de sakallı kızılağaç ormanları geniş alana yayılış göstermektedir.

Ülkemiz levha sanayisi için hammadde üretimi bakımından yeterli bir ülke değildir. Yurt dışına bağılı olarak temin edilen odun hammaddesi için hem yüksek oranda döviz harcanmakta hem de hammaddenin ülkemize getirilmesi çok uzun nakliye süresinde olmaktadır. Özellikle kış aylarında taşıma daha büyük bir problem haline geldiğinden firmalar depolama hacmini artırarak depo maliyetlerini artırmakta bu da üretim maliyetlerini etkilemektedir.

Diğer taraftan ülkemizde henüz üretime kazandırılmamış 10.119.46ha bozuk orman alanı bulunmaktadır. Ayrıca özellikle Doğu Karadeniz bölgesinde fındık ve çay’a bağılı tarım nedeniyle yerel halkın gelir kaynağı sınırlı kalmakta ve devlete bağılı olmaktadır. Bu gelir kilitlenmesi nedeniyle yeni arayışlar ve alternatif ürünler bölge halkının gündemini oluşturmaktadır. Çay ve fındığın yetiştirilemediğı yüksek araziler endüstriyel plantasyonu olarak değerlendirilebilir.

Endüstriyel plantasyon, kısa sürede yüksek miktarlarda odun hammaddesi üretmeyi amaçlayan yerli ve yabancı türlerle yapılan ağaçlandırma çalışmasıdır. Amaç Üretilen ağaçların ülkenin odun sanayi sektöründe kullanılarak dışardan alınan hammadde miktarını azaltmak ve ilerde yaşanacak hammadde sıkıntısına köklü çözüm bulmaktır. Bursa’da başlatılan plantasyonla 8.000ha alana sahil çamı ağaçlandırılması yapılmıştır, alanın genişletilerek 10.000ha çıkarılacak ve doğal türü olan kızılçam dikimi de yapılacaktır. Ayrıca ülkemizde kavak plantasyon çalışmaları endüstriyel plantasyonlar için başarılı örnek olmuştur. Kavak ağaçlandırmalarında 10-12 yıllık idare süreleri sonunda yıllık ortalama odun hammaddesi artımının 30-40m<sup>3</sup>/ha olması ve birim alanda 350-500m<sup>3</sup>/ha

üretimiştir. Bu ülkedeki hızlı büyüyen ağaç türlerinin plantasyon ormancılığı ile yetiştirilmesi açısından önem oluşturmaktadır. Ayrıca ağaçlandırma yönetmeliği ile ülkemizde bulunan 2.646.759ha bozuk alanların onarılma çalışmaları yaygınlaştırılabilir. Endüstriyel plantasyonlarda diğer bir amaç hızlı büyüyen doğal türlerin de üretilmesidir. Doğu Karadeniz Bölgesi'nde uygun araziler sakallı kızılğaç plantasyonu için değerlendirilebilir.

Ormanların yanlış kullanımı erozyonu artırmaktadır. Yapılan ağaçlandırma çalışmaları toprağı tutarak ve rüzgârın hızını keserek toprak erozyonunu önlemektedir. Türkiye'de 960.209ha erozyonu önlemek amacıyla dikilmiştir. Kızılğaçların toprak kaymalarının önlenmesinde önemli bir rolü olup, dere kenarlarında yada ormanlarda kökleri ile toprağı tutarak kaybı önlemektedir. Doğu Karadeniz'de yaşanan ve yüzlerce insanın ölümüne neden olan heyelan alanlarının ağaçlandırılması çalışmaları için en uygun türlerden birisi olduğu bilinmektedir.

Yukarıdaki etkileşimlerinde dikkate alınmasıyla çabuk büyüyen bu türün plantasyon ormancılığı ile yetiştirilmesiyle; hem odun hammaddesi ihtiyacını giderebilmek, hem levha üretimi hammadde ihtiyacını karşılamak açısından Doğu Karadeniz halkı için yeni bir geçim kaynağı hem de heyelan önleyici etkisi ile önemli bir çözüm olacağı aşikârdır.

Ülkemizde yongalevha sektörü hızlı büyüyen ve sürekli gelişen sektördür. Tüketici açısından bakıldığında levha sektöründen (ürünleri) beklentileri, üretilen mobilya ve diğer levha ürünlerinin güzel görünümü, dayanımı, sağlıklı ve ucuz olması, üretici açısından bakıldığında amacı az maliyetle çok iş yapabilmesidir. Kızılğaç odunundan üretilen levhaların direnç özellikleri diğer levhalar ile benzer olması, ağacın hızlı büyüyerek kısa sürede hammadde temin edilebilmesi tüketici ve üretici açısından fırsat olabilir.

Çalışmalar sonucunda kızılğaçtan üretilen levhaların su alma, kalınlık artış oranları hariç diğer testlerde standartlar ile benzer sonuçlar verdiği belirlenmiştir. Su alma ve kalınlık artışı değerlerinin olumsuz çıkması ise bu ağacın sadece iç mekânlarda genel amaçlı kullanım yerleri için uygun olabileceğini göstermektedir. Deneme levhalarında belirlenen olumsuz değerlerin iyileştirilmesi amacıyla çalışmalar sürdürülmeli ve en başarılı üretim kombinasyonlar belirlenmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

- Ager, A.A. ve Stettler, R.F., 1994. Genetics of Red Alder and Its Implication for Future Management, In: Hibbs, D.E., Tarrant, R.F., eds. The Biology and Management of Red Alder, Corvallis, Oregon State University, 92-105.
- Akbulut, T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özelliklerine Etkisi, Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akyüz, M., 1998. Kızılağacın Odun Özellikleri ve Kullanım Özellikleri, K.T.Ü., Orman Fakültesi, Orman Mülkiyet Sorunları Sempozyumu, Trabzon.
- Alvur, F., 2001. Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Üretimi Özellikleri ve Kullanım Yerleri Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. 130.
- Anon., 1996. Particleboard—from Start to Finish, National Particleboard Association, Gaithersburg.
- Anşin, R., Özder, Z., 1993. A New Takson of Black Alder *Alnus glutinosa* subsp. *Betuloides* (betulaceae), The Karaca Arboretum Magazine, II, 47-51.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta), K.T.Ü., Orman Fakültesi Yayın No: 167/19, Trabzon.
- Ashori A., Nourbakhsh A., 2008. Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Underutilized Low- Quality Materials. Industrial Crops And Products, 28, 225-230.
- ASTM D1037, 2006. Standard Test Method for Evaluating Properties of Wood-Base Fiberand Particle Panel Materials, A.S.T.M., USA.
- Bostancı, Ş., 1985. Adi Kızılağaç ( *Alnus glutinosa* L. *Geartn.*) Odununu Kağıt Endüstrisinde Değerlendirme Olanakları, TÜBİTAK Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu, ORÜTOR Ünitesi Proje No: 4, 83.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1981. Orman Ürünlerinden Faydalanma, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 297, İstanbul, 335.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., 1990. Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Yayın No:3311/372, İstanbul.
- Burdurlu, E., 1994. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim – Kullanım Teknolojisi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 322.
- Carl, C.G., 1994. Basic Mechanical Properties of Flakeboards From Ring-Cut Flakes of Eastern Hardwoods, Forest Prod. J. 44 9, 26-32.

- Cuk, N., Kunaver, M., Ve Medved, S., 2011. Properties Of Particleboards Made By Using an Adhesive With Added Lıquefied Wood, Original Scientific Article, 45, 3, 241-245.
- Deppe, E. ve Ernst, K., 1964. Technologie der Spanplatten, Holz-Zentralblatt Verlag-Gmhb, Stuttgart.
- EN 322, 1993. Wood Based Panels, Determination of Moisture Content, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- Erdem, G., 2007. Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) Tohumlarında Tohum Kaynağı ve Bazı İşlemlerin Çimlenmeye Etkileri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 4.
- Frihart, C.R., 2005. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, 215-259.
- Gerçek, Z., Merev, N., Anşın, R., Özkan, Z. C., Terzioğlu, S., Serdar, B. ve Birtürk, T., 1998, Türkiye'deki Gürgen Yapraklı Kayacık (*Ostrya carpinifolia* Scop.)'In Ekolojik Odun Anatomisi, İ. Ü. Orman Fak., Kasnak Meşesi ve Türkiye Florası Sempozyumu, 302-316, İstanbul.
- Godric, S., Lawson, C. ve Lawson, V.P., 1980. Koshaya Pomo Plants, HeydayBooks, Berkely, California, 171.
- Göker, Y., 1978. Türkiye 'de Kontrplak, Kontrtabla Yonga levhaları Sanayi, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Hakkında Araştırmalar, İ.Ü. Orman Fakültesi 2489/267, İstanbul.
- Göker, Y. ve Akbulut, T., 1992. Yonga Levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler , "ORENKO 92" I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt Trabzon, 269-287.
- Güler, C., 2001. Pamuk saplarından yonga levha üretimi olanaklarının araştırılması, Doktora tezi, Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, 150s.
- Gündüz, G. ve Masraf, Y., 2005. Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yonga Levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Z.K.Ü., Bartın Orman Fakültesi Dergisi 7, 8.
- Günlü, A., 2003. Artvin-Genya Dağı Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Ayrılması ve Haritalanması Üzerine Araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1.
- Gürsu, İ., 1967. Meryemana Araştırma Ormanı Kızılağaçlarının Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar, O.A.E. Yayınları Teknik Bülten Serisi, No: 46, 29.
- Harrington, C.A., Zasada, J.C. ve Allen, E.A., 1994. Biology of Red Alder (*Alnus rubra* Bong.), In; Hibbs, D.E., Debelle, D.S., Tarrant, R.F., eds, The Biology and Management of Red Alder, Oregon State University, 3-22.



- Heinsen, V., 1972. Mission San Antonia de Padua Herbs: Medicial Herbs of Early Days, Third Edition, Lockwood, California, 248.
- Huş, S., 1979. Ağaç Malzeme Tutkalları, İ.Ü. Orman Fakültesi 2337/242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Iosifov, N., Vlcheva, L. ve Ganes, S., 1991. The Effect of The Wood Species on the Physical and Mechanical Properties of Particleboards, *Novka-Za-Garata*, 28, 1, 87-92.
- Iskanderani, F.I., 2008. Influence of Process Variables on the Bending Strength of Particleboard Produced from Arabian Date Palm Mid-Chips, *International Journal of Polymeric Materials and Polymeric Biomaterials* , 58:1, 44-60.
- Ives, E., 2001. A Guide to Wood Microtomy, Sproughton, 114 p.
- Kalaycıoğlu H., 1987. Amonyum Ligno Sülfonat ve Fenolformaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 1.
- Kalaycıoğlu, H., 1991. Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait) Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R., 2012. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 89, Trabzon.
- Kakaras I. ve N. Papadopoulos 2004. The Effects of Drying Temperature of Wood Chips upon the Internal Bond Strength of Particleboard, *Journal of the Institute of Wood Science*, 16, 5, 277-279.
- Karakuş, B., 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kehr, E., ve Schulzel, S., 1967. Investigations on the Pressing Schedule for the Manufacture of Particleboards, II Effect of Chips Moisture, Closure Rate and Pressure on the Compression Charasteristic of Hot-Pressed Particleboards, *Holztechnologie*, 8, 3, 177-181.
- Kiaei, M. ve Samariha, A., 2011. Relationship Between Altitude Index and Wood Properties of *Pinus Eldarica Medw* (Case Study in North of Iran), *Gazi University Journal of Science*, 24, 4, 911-918.
- Kiaei, M., 2012 . Effect of Site and Elevation On Wood Density and Shrinkage and Their Relationships in *Carpinus Betulus*, *Forestry Studies in China*, 14, 3, 2012.
- Kocaefe D, Poncsak S, Boluk Y 2008. Effect of Thermal Treatment on the Chemical Composition and Mechanical Properties Of Birch And Apsen, *BioResources* 3(2):517-537
- Korkut, S. ve Kocaefe, D., 2009. Isıl İşlemin Odunun Özellikleri üzerine Etkisi, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi* cilt:5, Say:2, Sayfa:11-34.

- Küçük, Y., 1978. Kızılağaç (*Alnus barbata* C.A. Mey) Odunundan Yonga Levha Üretimi Teknolojik Özelliklerinin Saptanması, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Seri No:115.
- Lynam, F.C., 1969. Factors Influencing the Properties of Wood Chipboard, in: L. Mitlin: Particleboard Manufacture and Applications, Pressmedia Books Ltd., U.K.
- Lee, W. ve Chung, G., 1984. Effect of Press Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard, Journal of Korean Forestry Society, 63, 5, 12-20.
- Mallari, V.C., Kawai, S., Hara, S., Sakuno, T., Furukawa ve I., Kyshimoto, J., 1989. The Manufacturing of Particleboard II, Board Qualities of Sugiyama Niseakashi, Mokuzaï Gakkaishi, 35, 1, 1-7.
- Merev, N., 1983. Türkiye Kızılağaç (*Alnus Mill.*)'ları Odunlarının İç Yapıları, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Merev, N., 1998, Doğu Karadeniz Bölgesindeki Doğal Angiospermae Taksonlarının Odun Anatomisi, I. Cilt, Trabzon, 621.
- Mistepe, U., M., 2006. Türkiye Dünya AT Ülkeleri ve Diğer Avrupa Ülkeleri Odun Kökenli Levha Sanayisinin Karşılaştırılması, Avrupa Gümrük Birliği Sürecinde Orman Ürünleri Sanayi Teknik Kongresi, Açılış Bildirisi, 72-98.
- Nacar, M., 1997. Okaliptüs (*Eucalyptus camaldulens, sDehn.*) Odununun Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., 1995. Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H., 2000. Yonga Levha Teknolojisi, Laminart Mobilya, Dekorasyon, Sanat, Tasarım Dergisi, 120-127.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., Ay, N. ve Şahin, H., 2002. Douglas Göknarı (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.)) Türünün Yonga Levha Üretimi İçin Uygunluğunun Belirlenmesi, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1, 17-23.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Akbulut, T., 2004. Pres Çeşidinin Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkisi, Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 1-2, 89-95.
- Nemli, G. ve Aydın, A., 2007. Evaluation of the physical and mechanical properties of particleboard made from the needle litter of *Pinus pinaster* Ait.
- Normand, 1972. Manuel D' Identification des Bois Commerciaux. Tom 1, Nogent Sur / Marne, 171.
- OGM, 2006. Orman Varlığımız, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.

- Örs, Y. ve Keskin, H., 2001. Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul.
- Özen, R., 1980. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No:30, Trabzon.
- Pizzi, A., 1983. Wood Adhesives; Chemistry and Technology, Marcel Dekker, New York, 1.
- Rafighi, A. ve Tabarsa, T., 2011. Manufacturing High Performance Wood Composite Panel from Paulownia, 8th International Conference on Composite Science and Technology, PTS 1 AND 2, Volume: 471-472, Kuala Lumpur, MALAYSIA, 1091-1094.
- Roffael, E. ve Schneider, A.1983.Versuche Zur Verringerung der Dickenquellung von Spanplatten bei derWasserlagerung und In Feuchter, Holz als Roh-undWerkstoff, 41, 6, 221-226.
- Saad, M. ve Kamal, I., 2012. Mechanical and Physical Properties of Low Density Kenaf Core Particleboards Bonded with Different Resins, Journal of Science and Technology.
- Saatçioğlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 222, İstanbul, 314.
- Salamone, J.C., 1996. Polymeric Materials Encyclopedia, Volume: 11, University of Massachusetts.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç (*Alnus glutinosa sub. Barbata*) Gövde Hacim ve Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 13.
- Sarıbaş, M., ve Yaman, Ö., 2009. Antalya-Kemer ve Zonguldak-Devrek'te Yetişen *Celtis australis* L. Üzerinde Ksilojik Araştırmalar, B.Ü., Orman Fakültesi, Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 11, 5, 1-15.
- Sarı, B., 2011. Yonga Kurutma Sıcaklığının Yongalevhanın Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 67-71.
- Tabarsa, T., Ashori, A. ve Gholamzadeh M., 2010. Evaluation of Surface Roughness and Mechanical Properties Of Particleboard Panels Made From Bagasse, Contents Lists Available at Science Direct Composites, Part B, 1330-1335.
- TSE 1351, 1973. Lif – Yonga Odunu, T.S.E., Ankara.
- TS 2471, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Rutubet Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 2472, 1976. Odunda Fiziksel ve Mekaniksel Deneyler İçin Birim hacim Ağırlığı Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 53, 1981. Odunun Fiziksel Özelliklerinin Tayini İçin Numune Alma, Muayene ve Deney Metotları, T.S.E., Ankara.

- TS EN 317, 1993. Yongalevhalar ve Liflevhalar, Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, T.S.E., Ankara.
- TSE 4616, 1988. Yongalevhalar – Kalıp Preste Biçimlendirilmiş ve Kaplanmış Elemanlar, T.S.E., Ankara.
- TS EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülü Yayını, T.S.E., Ankara.
- TS EN 319, 1999. Yongalevhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımı Tayini, T.S.E., Ankara.
- TSE EN 323/1, 1999.Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS 642, 1999. Kondisyonlama ve/veya Deney İçin Standart Referans Atmosferleri, T.S.E., Ankara.
- TS EN 309, 2008.Yonga-levhalar, Tarif ve Sınıflandırma, T.S.E., Ankara.
- TS 1351, 2010. Odun (Lif, Yonga ve Talaş İmalinde Kullanılan), T.S.E., Ankara.
- TS EN 320, 2011. Yongalevhalar ve Liflevhalar-Vida Tutma Mukavemetinin Tayini, T.S.E., Ankara.
- TS EN 312, 2012. Yongalevhalar-Özellikler, T.S.E., Ankara.
- TS 2129, 2012.Odun Lifi Levhaları ve Yonga Levhaları, Terimler ve Tarifler, T.S.E., Ankara.
- URL-1. [http://www.earth-policy.org/indicators/C56/forests\\_2012](http://www.earth-policy.org/indicators/C56/forests_2012), 21 Nisan 2013.
- URL-2. <http://www.ogm.gov.tr/Sayfalar/Ormanlarımız/TurkiyeOrmanVarligi.aspx>, 24 Nisan 2013.
- URL-3. <http://faostat.fao.org/site/626/DesktopDefault.aspx?PageID=626#ancor>, 2 Mayıs 2013
- URL-4. Türkiye Orman Varlığı, <http://web.ogm.gov.tr/Resimler/sanalkutuphane/orman-varligi2012.pdf>, Ankara. 2 Mayıs 2013.
- URL-5. <http://www.agaclar.org/agac.asp?id=372>, 14 Mayıs 2013.
- Üçler A.Ö., 1998. Doğu Karadeniz Bölgesinin Hızlı Gelişen Türler Bakımından Potansiyeli ve Gelecekteki Uygulamalar için Bazı Öneriler, Hızlı Gelişen Türlerle Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılan Ağaçlandırma Çalışmalarının Değerlendirilmesi ve Yapılan Çalışmalar, 083, 223-238.
- Üçler, A.Ö. ve Turna İ., 2003. Ağaçlandırma Tekniği Ders Notu, K.T.Ü. Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 69, Trabzon.

- Ürgeç, S., 1992. Ağaç ve Süs Bitkileri – Fidanlık ve Yetiştirme Tekniği, İ.Ü., Üniversite Yayın No: 3676, Fakülte Yayın No: 418, İstanbul.
- Yaltırık, F., 1993. Dendroloji Ders Kitabı II, Angiospermae (Kapalı Tohumlular). 2. Baskı, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No:3767, 420, İstanbul, 256.
- Yaltırık, F., 1970. Yeni Bir *Alnus* (Kızılağaç) Alttürü ve Türkiye'nin *Alnus* Türlerine Toplu Bakış, Türk Biyoloji Dergisi 20,1-4, 115-121.
- Yıldız, S., 2002. Isıl İşlem Uygulanan Doğu Kayını ve Doğu Ladini Odunlarının Fiziksel, Mekanik, Teknolojik ve Kimyasal Özellikleri, Doktora tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz M., 1996. Artvin – Rize Yöresi Kızılağaç Orman Ekosistemlerinin Gelişimi İle Bazı Toprak Özellikleri ve Fizyografik Etmenler Arasındaki İlişkiler, Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon, 3.
- Wong, E.D., Zhang, M., Wang, Q. ve Kawai, S., 1999. Formation of the Density Profile and Its Effects on the Properties of Particleboard, Wood Science and Technology, 33, 4, 327-340.

## **ÖZGEÇMİŞ**

19.01.1987 yılında Trabzon'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Trabzon'da tamamladı. 2005 yılında Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne kayıt yaptırdı. 2009 yılında bu bölümden Orman Endüstri Mühendisi unvanı ile mezun oldu. Aynı yıl içinde KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Bilim Dalında yüksek lisans eğitimine başladı. 2009-2010 eğitim-öğretim yılının ilk döneminde KTÜ Yabancı Diller Yüksek Okulu'nda İngilizce hazırlık okudu. Orta derecede İngilizce bilmektedir.