



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TUTKALLAMADA YONGA SICAKLIĞININ LEVHA ÖZELLİKLERİNE
ETKİSİ**

HAZIRLAYAN

ÖZGÜR YİĞİTTAP

DANIŞMAN

PROF.DR. ABDULLAH İSTEK

BARTIN-2016



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

TUTKALLAMADA YONGA SICAKLIĞININ LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Özgür YİĞİTTAP

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman : Prof.Dr. Abdullah İSTEK - Bartın Üniversitesi
Üye : Doç.Dr. Deniz AYDEMİR - Bartın Üniversitesi
Üye : Yrd.Doç.Dr. Hikmet YAZICI - Bülent Ecevit Üniversitesi

BARTIN-2016

KABUL VE ONAY

Özgür YİĞİTTAP tarafından hazırlanan “TUTKALLAMADA YONGA SICAKLIĞININ LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışma, 12.12.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman)

Üye : Doç.Dr. Deniz AYDEMİR

Üye : Yrd.Doç.Dr. Hikmet YAZICI

Bu tezin kabulü Enstitüsü Yönetim Kurulunun..../...../..... tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Abdullah İSTEK danışmanlığında hazırlamış olduğum “TUTKALLAMADA YONGA SICAKLIĞININ LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

12.12.2016

Özgür YİĞİTTAP



ÖNSÖZ

“Tutkallamada Yonga Sıcaklığının Levha Özelliklerine Etkisi” isimli bu çalışma, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’ nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Abdullah İSTEK, Arş. Gör. İsmail ÖZLÜSOYLU ve değerli jüri üyelerime teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca yüksek lisans programın boyunca ve proje çalışmalarım esnasında her zaman desteklerini esirgemeyen sevgili eşim Gülcan, kızım Ezgi Lara ve oğlum Kağan Doğu’ya, çalışmalarımın düzenlenmesi ve kitapçık haline dönüşme aşamalarında işimi kolaylaştıran mesai arkadaşım Mustafa MUTLU’ ya teşekkür ederim.

Özgür YİĞİTTAP

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TUTKALLAMADA YONGA SICAKLIĞININ LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Özgür YİĞİTTAP

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah İSTEK

Bartın-2016, sayfa: XVIII+77

Bu çalışmada yonga sıcaklığındaki değişimin yonga levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yonga levhaların üretiminde %30 iğne yapraklı, %35 yapraklı ağaç yongaları (gürgen, kayın) ve %35 kavak odun yongaları kullanılmıştır. Tek tabakalı levhaların üretiminde %10 üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılmıştır. Üretilen deney levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre; levha üretimi için gerekli en uygun yonga sıcaklığının 30 ile 40 °C arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu şartlarda ortalama eğilme direnci 15,14 N/mm², yüzeye dik çekme direnci 0,75 N/mm² ve vida tutma direncinin ise 1011 N olduğu saptanmıştır. Deney sonuçlarına göre 50°C ve 55°C yonga sıcaklığındaki levhaların ortalama çekme direnci değeri 0,57 N/mm² olarak tespit edilmiş olup bu sonuçların 30-40 °C üretilen levhalara göre % 19 daha düşük olduğu hesaplanmıştır. Bu durum tutkallamada yonga sıcaklıklarının yükselmesiyle direnç değerlerinin düştüğünü, bu yüzden aynı direnç değerlerini yakalamak için daha fazla tutkal kullanılması gerektiğini göstermektedir. Bu durum da tutkal sarfiyatının artmasına neden olacaktır. Buna karşın tutkallamada yonga sıcaklık değişiminin su alma ve eğilme direnci üzerine ise önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler

Odun esaslı levhalar, yonga levha, tutkal, yonga sıcaklığı

Bilim Kodu

502.06.01



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EFFECT OF CHIP TEMPERATURE ON BOARD PROPERTIES IN GLUING

Özgür YİĞİTTAP

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Prof. Abdullah İSTEK

Bartın-2016, pp: VXIII+77

In this study, the effect of chip temperature changes on the mechanical and physical properties of particle boards (PBs) was investigated. As raw materials were used 30% softwood, 35% hardwood (hornbeam, beech) and 35% poplar wood chips in particle board production. Urea formaldehyde (UF) resin was used as a binder in the production of single-layer PBs in the ratios of 10%. Mechanical and physical properties of test boards were determined.

As a result, it was determined that the optimum chip temperature for board production is between 30 and 40 °C. Under these conditions, average bending strength, internal bond strength and the screw withdrawal strength parallel to surface were determined 15.14 N / mm², 0.75 N/mm² and 1011 respectively. According to experimental results, average internal bond strength was determined 0,57 N/mm² in 50 and 55⁰C of chip temperature. This value (0,57) is 19% lower than boards made from 30 and 40⁰C of chip temperature. It was show that increasing chip temperature has led to a decrease of strength values in gluing. For this reason, more glue will be required to achieve the same resistance values and so glue consumption will increase. On the other hand, it was observed that the change of chip temperature did not significant effect on the water absorption and bending resistance in the gluing.

Key Words

Wood based panels, chipboard, glue, chip temperature

Science Code

502.06.01



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
ÖNSÖZ.....	iii
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	ix
KISALTMALAR	xviii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xv
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 1
 1.1 Yonga Levha Endüstrisi.....	 2
1.1.1 Yonga Levhanın Tanımı	2
1.1.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması.....	3
1.1.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri.....	5
1.1.4 Yonga Levhanın Tarihçesi.....	6
1.1.5 Yonga Levhanın Kullanım Alanları	11
1.1.6 Levha Üretiminde Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı.....	12
1.1.7 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	13
1.1.7.1 Odun	13
1.1.7.2 Yıllık Bitkiler	17
1.1.7.3 Kimyasal maddeler.....	17
1.1.7.3.1 Organik yapıştırıcılar	17
1.1.7.3.2 Üre Formaldehit Tutkalı.....	18
1.1.7.3.3 Fenol Formaldehit Tutkalı	19
1.1.7.3.4 Melamin Formaldehit Tutkalı.....	20

1.1.7.3.5 İzosiyanat Tutkalı	21
1.1.7.3.6 Doğal Tutkallar	21
1.1.7.3.7 Anorganik Tutkallar	22
1.1.7.4 Katkı Maddeleri	22
1.1.7.4.1 Sertleştirici Maddeleri.....	22
1.1.7.4.2 Hidrofobik maddeler.....	23
1.1.7.4.3 Koruyucu Maddeler	24
1.1.7.4.4 Yangın Geciktirici Maddeler	25
1.1.8 Yonga Levha Üretim Teknolojisi	26
1.1.8.1 Odun Hammaddesinin Depolanması.....	26
1.1.8.2 Yongalama	27
1.1.8.2.1 Kaba Yongalama.....	29
1.1.8.2.2 İnce yongalama	30
1.1.8.3 Kurutma	34
1.1.8.4 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme).....	355
1.1.8.5 Yongaların Tutkallanması.....	366
1.1.8.6 Tutkal Çözeltilisinin Hazırlanması	37
1.1.8.7 Yonga Serme İşlemi.....	38
1.1.8.8 Presleme	40
1.1.8.8.1 Ön Presleme (Soğuk Pres)	40
1.1.8.8.2 Sıcak Presleme	41
1.1.8.9 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler.....	43
1.1.8.10 Levhaların Klimatize Edilmesi	43
1.1.8.11 Boyutlandırma	44
1.1.8.12 Zımparalama	44
1.1.8.13 Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması	45

1.1.9 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları.....	46
BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	49
2.1 MATERYAL	49
2.1.1 Odun Hammaddesi	49
2.1.2 Yapıştırıcı Madde	49
2.1.3 Sertleştirici Maddeler.....	50
2.2 YÖNTEM	50
2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi.....	50
2.2.2 Yongaların Kurutulması	51
2.2.3 Yongaların Tutkallanması.....	51
2.2.4 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme.....	52
2.2.5 Sıcak Pres.....	53
2.2.6 Presleme Sonrası İşlemler.....	55
2.2.7 Numaralandırma ve Boyutlandırma.....	55
2.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini	56
BÖLÜM 3 BULGULAR VE İRDELEME.....	57
3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular	57
3.1.1 Yoğunluk	57
3.1.2 Rutubet.....	58
3.1.3 Su Alma (2 Saat).....	60
3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular.....	61
3.2.1 Eğilme Direnci.....	61
3.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü	62
3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	63
3.2.4 Yüzeye Dik Vida Tutma Direnci.....	65

3.2.5 Yüzey Sağlamlığı	66
BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	68
4.1 Sonuçlar	68
4.2 Öneriler	69
KAYNAKLAR	71
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	77



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Yonga levha üretimi yapan işletmelerin dünya sıralaması.....	7
2. MDF üretimi yapan işletmelerin dünya sıralaması.....	8
3. Yonga Levha Üretim Akışı	26
4. Odun Sahası.....	27
5. Kaba Yongalama Makinesi	29
6. Kaba Yongalar.....	30
7. Değirmen	30
8. Değirmen Ringi	31
9. Makro – Mikro Chips	32
10. Makro – Mikro Flake.....	32
11. Döner tamburlu kurutucu.....	35
12. Elekler.....	36
13. Tutkal Mutfağı.....	38
14. Serme Ünitesi	39
15. Önpres.....	40
16. Katlı pres	42
17. Continue Pres.....	42
18. Yıldız Soğutucu	44
19. Zımpara Makinesi.....	45
20. İstifleme	45
21. Yongaların 120 °C’ de ısıtılması.....	51
22. Yongaların tutkallanması ve tutkallanmış yongalar.	52
23. Levha taslağı.....	53
24. Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi ve preslenmesi.	54
25. Üretilmiş levha grupları.....	55
26. Numune hazırlama şablonu.	56
27. Levhaların ortalama yoğunluk değerleri.....	58
28. Levhaların ortalama rutubet değerleri.	59
29. Levhaların ortalama su alma (2 saat) değerleri.	60
30. Levhaların ortalama eğilme direnci değerleri.....	62

31. Levhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri.	63
32. Levhaların ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	64
33. Levhaların ortalama yüzeye paralel vida tutma direnci değerleri.	66
34. Levhaların ortalama yüzey sağlamlığı değerleri.	67



TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Yonga ve lif levha sektöründe üretim miktarı	8
2. 2000–2010 Döneminde Türkiye’nin levha ihracatı.....	9
3. Yonga ve Lif Levha İhracatının Yapıldığı Ülkeler ve Payları	9
4. 2000–2010 Döneminde Türkiye’nin Levha İthalatı	10
5. Yonga ve Lif Levha İthalatının Yapıldığı Ülkeler ve Payları	10
6. Avrupa yonga levha üreticileri birliği tarafından birliğe bağlı ülkeler için yapılan araştırmada kullanılan odun cinsleri	14
7. Ağaç cinsine bağlı olarak yapacak odundaki kabuk miktarları.....	15
8. Yongaların tutkallanmasında kullanılan ÜF tutkalının özellikleri	50
9. Sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri	50
10. Levha gruplarının özellikleri	54
11. Deneme levhalarının üretim şartları	54
12. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standartlar	56
13. Levhaların yoğunluk (özellik kütle) değerlerine ait bulgular.....	57
14. Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular.	59
15. Levhaların su alma (2 saat) değerlerine ait bulgular.	60
16. Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular.....	61
17. Levhaların eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine ait bulgular.	62
18. Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.....	64
19. Levhaların yüzeye paralel vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.	65
20. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.	66

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
<u>No</u>	<u>No</u>
Ek A. Deney levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ham veriler	141



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:	Statistical Package for Social Sciences
$^{\circ}$	:	Derece (Açı)
$^{\circ}\text{C}$	:	Santigrat Derece (Sıcaklık)
μm	:	Mikrometre
pH	:	Asitlik Bazlık Derecesi
K	:	Potasyum
Mg	:	Magnezyum
NH_4Cl	:	Amonyum Klorür
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	:	Amonyum Sülfat
HCl	:	Hidroklorik Asit
H_2SO_4	:	Sülfürik Asit
NaOH	:	Soyum hidroksit
β	:	Beta
α	:	Alfa
m^2	:	Metrekare
gr/cm^3	:	Gram/santimetreküp
kg/cm^2	:	Kilogram/santimetrekare
N/mm^2	:	Newton/milimetrekare
kp/cm^2	:	Kilopaskal/santimetrekare
$\geq$	:	Büyükeşit
kg/m^3	:	Kilogram/metreküp
N	:	Newton

KISALTMALAR

MDF	:	Medium Density Fiberboard
HDF	:	High Density Fiberboard
OSB	:	Oriented Strand Board
PSL	:	Parallel Strand Lumber
LSL	:	Laminated Strand Lumber
OSL	:	Oriented Strand Lumber
LVL	:	Laminated Veneer Lumber
GLULAM	:	Glued Laminated Timber
TSE	:	Türk Standartları Entitüsü
EN	:	European Standards
DP	:	Polimerleşme Derecesi
UF	:	Üre Formaldehit
MUF	:	Melamain Üre Formaldehit
FF	:	Fenol Formaldehit
PMDI	:	Polimerik Difenilmetan
GLULAM	:	Glued Laminated Timber
MCA	:	Mono Klor Asetik Asit
SMCA	:	Sodyum Mono Klor Asetat
vd.	:	Ve de
cps	:	Centipoise
kg	:	Kilogram
lt	:	Litre
dk	:	Dakika
m	:	Metre
cm	:	Santimetre

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Odun, yapısında bulundurduğu pek çok olumlu özelliğinden dolayı yaygın olarak kullanılan endüstriyel bir malzemedir. Ormanların hızla yok olmaya başladığı günümüzde, masif ağaç malzeme kullanımından olabildiğince kaçıp türevlerine yönelmek artık bir zorunluluk haline geldi. Dolayısıyla da ağırlıklı mobilya sektöründe kullanılan yonga levha, lif levha, kaplama, kontrplak vb. hayatımızın ayrılmaz bir parçası olmuştur.

Orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılayabilmek için kesilen her ağacın % 100 ' e yakın değerlendirilmesi gerekmektedir (Kalaycıoğlu, 1991). Yonga levha ve mdf üretiminde odunun tamamen yongaya ve lif parçacıklarına dönüştürülerek fire vermeksizin istenilen ebatlarda levha üretimi mümkündür. Üretilen yonga levha ve lif levhalar masif ağaca göre daha homojen bir yapıya sahip olduğundan, masif ağaçta görülebilecek çalışma gibi kusurlar, geniş tabla elde etmekte yaşanacak güçlükleri giderebilecek, dikkate değer malzemedir (Göker, 2000).

Türkiye’de üretilen yonga levhaların % 74’ ü mobilya sektöründe, % 13’ ü dekerasyonda, % 11’ i ise inşaat sektöründe kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Yonga levha endüstrisinde tutkallama öncesi yongaların belirli bir rutubet derecesinde olması edildiğinden kurutma işlemi uygulanmaktadır. Kurutma işleminde uygulanan sıcaklık değerleri odunda termal bozulmanın başladığı 100 °C’ nin üzerinde olduğu için yongaların fiziksel ve kimyasal yapısında değişiklikler meydana gelmektedir.

Yonga levha ve lif levha gibi odun esaslı malzemelerin üretiminde ham petrol atıklarından elde edilen sentetik kimyasal maddelerden üretilen üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit gibi reçineler kullanılmaktadır.

Tutkallamada etkili olan faktörler, uygulanan miktar, viskozite, katı madde oranı, uygulama sırasında tutkalın sıcaklığı, atomizasyon derecesi, uygulama sırasında yonga sıcaklığı, birim zamanda her bir enjektör tarafından uygulanan miktar, yongaların

tutkallama makinesi içerisinde kalma süresi, yonga geometrisi, yongaların enjektörlerden olan uzaklığı ve yongaların makine içindeki hareketi şeklinde sıralanır (Lehman, 1970).

Mümkün olan en az tutkal ile etkili bir yapışma sağlayıp optimum levha özellikleri elde etmek büyük önem taşımaktadır. Bu tez kapsamında tutkallamada yonga sıcaklığının tutkal sarfiyatı ve levha özelliklerine etkisi incelenmiştir.

1.1. Yonga Levha Endüstrisi

1.1.1 Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha endüstrisi, yakacak özellikteki odunları, aralama kesimlerinden elde edilen ince materyali ve kereste fabrikalarının çıta, kapak tahtası, kereste uçları gibi artıkları ve bunların küçük yongalar haline getirip sentetik reçineler ile ısı ve basınç altında yapıştırarak teknolojik özellikleri üstün geniş levhalar üreten ve büyük bir gelişme gösteren sektördür (Berkel, 1953).

Dünya levha üretimi 2005-2009 yılları arasında inişli çıkışlı bir eğilim göstermiştir. 2005 yılında 63,1 milyon m³ olan üretim miktarı 2009 yılında 75,5 milyon m³'e yükselmiştir. Dünya levha üretiminin %45' ini Çin, % 8,4' ünü ABD, % 6,5' ini Almanya ve Türkiye 4. Üretici olarak % 3,9' unun yapmaktadır(Faostat, 2011).

Levhaların özgül ağırlıkları kullanılan yapıştırıcı ve üretimde tatbik edilen sıcaklık ve basınç miktarına göre farklı olmakta ve 0,5-0,65 gr/cm³ arasında değişmektedir (Alıcı, 2004).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974)' ye göre yonga levha; odun veya odunlaşmış diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır (TS 180,1978;1974 TSE).

EN 309 (1992)' ye göre yonga levha; odun (odun yongası, testere talaşı vb.) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir, şeker kamışı vb.) uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile oluşan levhalardır(EN 309, 1992).

1.1.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması

TS EN 312'ye göre Haziran 2012

- P1: Kuru şartlarda kullanılan genel kullanım amaçlı levhalar
- P2: Kuru şartlarda kullanılan iç donanım uygulamaları için levhalar.
- P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar.
- P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar.
- P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar.
- P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar.
- P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar.

Yonga levhalar yapıda ve genel amaçlar için kullanılmak üzere iki gruba ayrılırlar. Yonga levhaların değişik kriterlere göre sınıflandırılması.

Dik yongalı levha; Yongaları levha yüzeyine genellikle dik durumda olan levhalardır. Yatık yongalı levha; TS 3462 18.07.1980' e göre yonga levhalar, yongaları levha yüzeyine genellikle paralel olan levhalardır. Her tabakanın yonga ve tutkal özellikleri farklı olmak üzere 1,3,5 ve çok tabakalı üretilebilirler.

Yonga levhalar değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Yoğunluklarına göre yonga levhaları üç kategoride toplamak mümkündür.
 - a. Düşük yoğunluktaki yonga levhalar: Yoğunlukları 0,590 gr/cm³ ten daha düşük olan.
 - b. Orta yoğunluktaki yonga levhalar: Yoğunlukları 0,590 – 0,800 gr/cm³ arasında değişen.
 - c. Yüksek yoğunluktaki yonga levhalar: Yoğunlukları 0,800 gr/cm³ ten daha fazla olan levhalardır.
2. Yonga levhalar serme sistemlerine göre iki grupta toplanmaktadır.
 - a. Yatık Yongalı Yonga Levhalar: Yongalar, levhanın geniş yüzeyine paralel 1,3,5 veya daha çok tabakalardan oluşur. Preslemede basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.
 - b. Dik yongalı (Okal tipi) Yonga Levhalar: Tek tabakalı olup yongalar levha yüzeyine diktir. Preslemede basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanır.

3. Yonga levhaları; ince yongalar yüzey tabakalarında, kaba yongalar ise orta tabakada kullanılmak suretiyle tabaka sayılarına göre tek, üç ve çok tabkalı olarak üç gruba ayırmak mümkündür.
4. Yonga boyut ve şekillerine göre aşağıdaki gibi sınıflandırılmaktadır.
 - a. Normal Yonga Levhalar(Particleboard): Bu tip yonga levhalarda genel olarak genişlikleri 2-6 mm, kalınlıkları 0,25-0,40 mm ve uzunlukları 10-25 mm kadar olan yongalar kullanılır.
 - b. Etiket yongalı levhalar (waferboard): Yaklaşık 0,5-0,7 mm kalınlığında, 35-75 mm uzunluğunda ve 25-40 mm genişliğindeki yongalara wafer, bunlardan üretilen levhalara ise waferboard denilmektedir. Bu tip levhalar Kuzey Amerika’ da önemli bir yapı malzemesidir. Genellikle çatı kaplaması, iç ve dış duvar kaplaması, döşeme veya döşeme altı olarak kullanılmaktadır.
 - c. Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Kalınlık ve uzunlukları Wfer ile aynı, fakat genişlikleri 9-10 mm olan yongalardan üretilen levhalardır.
 - d. Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structual Board: OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0,4- 0,8 mm genişlikleri 6-25 mm ve uzunlukları 38-63 mm kadardır. Bu tip yonga levhalar sahip oldukları üstün mekanik özellikler nedeniyle kontplak, kontrtabla ve masif ağaç malzemelerin kullandıkları yerlerde kullanılabilirler. Özellikle yapıların içinde; döşeme malzemesi, taban döşemesi, mobilya yapımı, prefabrik ev yapımı, dam ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat için kalıp tahtası olarak tercih edilmektedir.
 - e. Tetrapak Yonga Levhalar: Tetrapak kutular ve plastik esaslı atıkların sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile elde edilen ürünlerdir.
5. Üretimde kullanılan bağlayıcı türüne göre yonga levhalar:
 - a. Sentetik bağlayıcılar ile üretilen levhalar
 - b. Anorganik bağlayıcılar ile üretilen levhalar.
6. Normal veya özel preslerde kalıplanmış olarak üretilen olmak üzere iki gruba ayrılırlar
7. Yonga levhalar yüzeyleri kaplamalı veya kaplamasız olarak satışa sunulurlar. Kaplanmış levhalar kaplama türüne göre iki gruba ayrılır.
 - a. Sentetik reçineler ile kaplanmış yonga levhalar.
 - b. Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yonga levhalar.

8. Yonga Levhalar kullanım alanlarına göre iki gruba ayrılır
 - a. İç mekanlarda kullanılanlar (ÜF tutkalı ile üretilirler).
 - b. Dış mekanlarda kullanılanlar (FF tutkalı ve çimento kullanılarak üretilirler).
9. Yonga levhalar kullanılan hammadde tütüne göre iki gruba ayrılır
 - a. Odundan üretilen levhalar
 - b. Bitkisel atıklardan üretilen levhalar (Özen ve Kalaycıoğlu, 2007).

1.1.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri

1. Odun tamamı ile yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levha üretilebilir.
2. Yongaların boyutu ve pozisyon açısından istenilen şekilde yönlendirilmesi ile elde edilecek levhanın istenilen yönde dayanımı artırılabilir.
3. Presleme sırasında veya öncesinde yongalara hidrofobik özellik kazandırılabilir.
4. Yongalar yangın böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.
5. Çok geniş yüzeyli, istenilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir.
6. Kalıp içerisinde taslak oluşturmayla form verilmiş levhalar üretilebilir.
7. Ağaç malzeme tutkalları ile kaplanma levhaları kullanmak (Lamine edilmek) suretiyle oldukça iyi özellikler gösterir.
8. Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yonga levhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
9. Makinelerle işlenme özelliklerinin iyi olması, frezelerle lamba zıvana, matkap ile kolayca işlenebilmesi.
10. Yüksek devirli şerit ve daire testerelerle işlenme esnasında düzgün kesit yüzeyleri verir.
11. Akustik özellikleri iyidir.
12. Levhaların işlenmesi esnasında zayıatı düşük, işi verimi yüksektir.
13. Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplamalar ve laminatlarla katlanmak suretiyle atraktif görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özelliklerde ıslah edilebilir (Dayanıklıoğlu, 2004).

1.1.4. Yonga Levhanın Tarihçesi

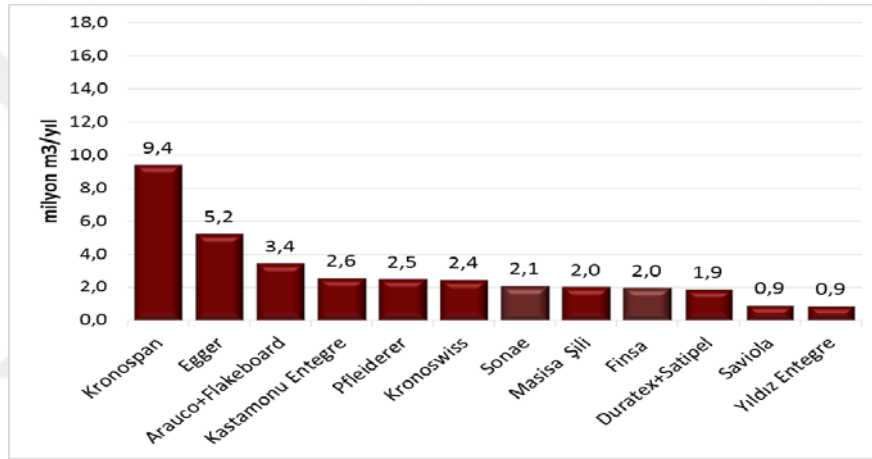
Yonga levha hakkında ilk fikirleri 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi adlı yayınında, testere talaşı ve kan albümininden yararlanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile levha üretimi şeklinde ortaya atmıştı. 1905 yılında Amerikalı Watson ince odun parçacıklarını presleyerek levha haline getirmek üzere patent almıştır. Alman Freundeberg 1926 yılında planya talaşlarını tutkalla işlemek suretiyle levha üretilebileceğini öne sürmüştür. Bu metotta tutkal miktarı günümüzde yonga levha üretiminde kullanılmakta olan oranlarla eşit miktarlardadır. 1936 yılında Amerikalı Carson % 12 rutubetteki iri testere talaşlarını, boyutlarına göre ayarladıktan sonra mantar ve yanmaya karşı emprenye ederek sıcak preslemiş, elde ettiği levhanın yüzeyini sentetik reçineden elde edilen termoplastik bir örtü ile kaplamak suretiyle patent almıştır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Her ne kadar yonga levha üretimi fikri 1880'li yıllara dayansa da, gerek hammadde olan yonganın elde edilmesinde kullanılan teknolojinin yetersizliği, gerekse yapıştırıcı teknolojisindeki yetersizliklerden dolayı ticari amaçla yonga levha üretimi yapılan ilk fabrika ancak 1941 yılında Almanya'da Torfit-Werke AG firması tarafından Bremen şehrinde kurulabilmiştir. Bu fabrikada üretilen yonga levhalar ladin yongalarından, fenol reçinesi kullanılarak elde edilmiştir. Bu fabrikadan sonra Almanya'da iki fabrika daha kurulmuş; bunlarda tutkal olarak üre reçinesi, yonga olarak da kontraplak üretim artıkları kullanılmıştır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Dünya Savaşının ardından yonga levha üretimi büyük gelişmeler göstermiştir. Gelişen tutkal teknolojisi sayesinde yonga levha üretiminde pahalı bir malzeme olan fenol reçinesi yerine, daha ucuz ve daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilen üre reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda büyük gelişmeler gösteren makine ve üretim metotları sayesinde yonga levha üretimi hızla ilerleme kaydetmiştir. Bütün bu gelişmelerin yanı sıra, levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar artırılmış, yonga levha üretiminde kullanılan yongaların biçim ve büyüklükleri, ağaç türleri, levhaların özgül ağırlıkları üzerinde durularak, yonga kalınlığının levha kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğu Klauditz tarafından belirlenmiştir. Buna göre yonga kalınlığı arttıkça, eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985).

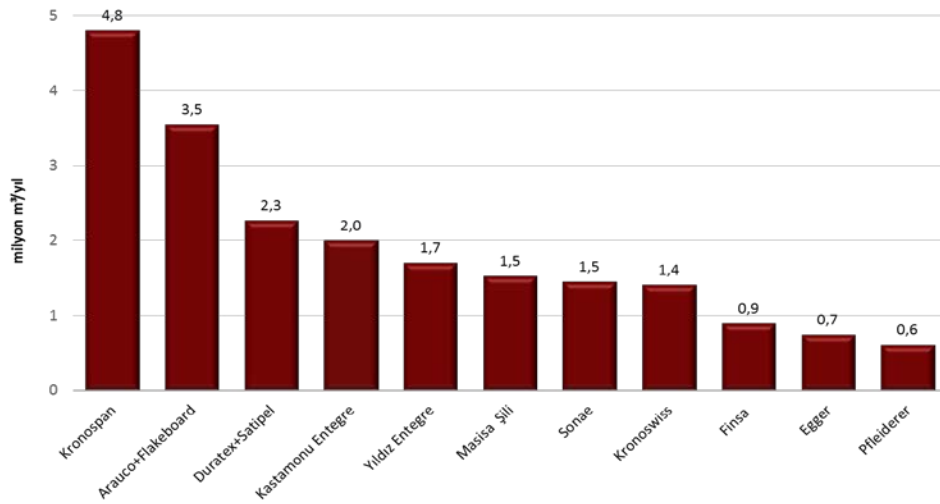
Ülkemizde yonga levha üretimi 1955 yılında İstanbul Kartal'da kurulan fabrika ile başlamış, üretilen ürünler piyasaya SUNTA adı ile sunulmuştur. 1967 yılında Modern Kontrplak ve Suni Tahta Sanayii Ltd. Şirketi kontrplak fabrikasına ek olarak yonga levha fabrikası açmış, bu iki fabrika Türkiye'deki yonga levha üretimine öncü olmuştur.

1970'li yıllardan sonra gelişen inşaat sektörü ve buna bağlı olarak mobilya ihtiyacının artması sonucunda yonga levha üretimi büyük gelişmeler göstererek, büyük çoğunluğu özel sektöre ait pek çok fabrika kurularak, günümüzde yonga levha üretiminde kapasite olarak dünyada sayılı ülkeler arasına girilmiştir (Bozkurt ve Göker, 1985). Şekil 1'de yonga levha üretimi yapan işletmelerin dünya sıralaması görülmektedir.



Şekil 1: Yonga levha üretimi yapan işletmelerin dünya sıralaması (WBPI, 2014).

Ülkemizin yerli levha üreticileri yonga levha üretiminde olduğu gibi MDF üretiminde de dünya sıralamasında kendilerine üst sıralarda yer edinmişlerdir (Şekil 2).



Şekil 2: MDF üretimi yapan işletmelerin dünya sıralaması (WBPI, 2014).

Türkiye’de levha sanayinin mevcut durumu ve üretimine genel olarak bakıldığında, sektörde toplam 40 tesis mevcut olup, bunlardan 24’ü yonga levha, 16’sı lif levha üretmekte oldukları görülmektedir (Tablo 1). Hammadde olarak odun ve odun kırıntıları ile testere talaşı kullanılmakta olup, bağlayıcı olarak çimentolu yonga levha üretimi dışında sentetik bağlayıcı maddeler kullanılmaktadır. Yonga levha sektöründe sürekli ve kesintili olarak tek veya çok katlı preslerde 3 tabakalı levha üretimi gerçekleştirilmektedir.

Tablo 1:Yonga ve lif levha sektöründe üretim miktarı (OGM, 2010)

SEKTÖR	TESİS SAYISI	ÜRETİM KAPASİTESİ (BİN M ³ /YIL)	ÜRETİM MİKTARI (BİN M ³ /YIL)	2011 MUHTEMEL ÜRETİM MİKTARI (BİN M ³ /YIL)
Yonga Levha, Osb. Vb. Levhalar (Gtip: 4410)	24	4.978	2.950	4.000
Mdf Ve Lif Levhalar (Gtip: 4411)	16	3.983	2.500	3.500
TOPLAM	40	8.961	5.450	7.500

Tablo 2’de 2000–2010 döneminde Türkiye’nin farklı levha ürünleri için ihracat miktarları ve parasal karşılığı görülmektedir.

Tablo 2: 2000–2010 Döneminde Türkiye’nin levha ihracatı (TÜİK, 2010).

YILLAR	YONGA VE OSB VB. LEVHALAR		MDF VE LİF LEVHALAR		TOPLAM
	M ³	DOLAR	M ²	DOLAR	DOLAR
2000	32.943	7.675.256	1.430.329	3.938.538	11.613.794
2001	64.566	15.963.819	3.363.806	12.159.918	28.123.737
2002	100.266	16.886.465	4.644.998	16.440.560	33.327.025
2003	2.301.521	24.337.873	5.503.161	30.754.440	55.092.313
2004	194.597	42.454.613	9.380.520	44.731.919	87.186.532
2004	194.597	42.454.613	9.380.520	44.731.919	87.186.532
2006	242.481	57.324.005	20.178.638	101.128.820	158.452.825
2007	322.565	79.778.670	30.488.907	179.762.814	259.541.484
2008	321.077	93.833.272	34.344.967	205.311.066	299.144.338
2009	254.105	63.925.858	41.419.840	214.930.556	278.856.414
2010	271.638	65.424.208	49.263.640	253.257.737	318.681.945

Dünya levha ihracatının % 17,8’i 2,7 milyar \$’la Almanya tarafından yapılmaktadır. Dünyanın en büyük levha ihracatçısı olan Almanya’yı sırasıyla 1,2 milyar \$’la Çin (% 7,6), 1,1 milyar \$’la Kanada (% 7,3) ve 1 milyar \$’la Avusturya (% 4,2) izlemektedir. Türkiye ise 139 ihracatçı arasında 318.682 milyon \$’la 13. levha ihracatçısı olarak dünya levha pazarındaki yerini almıştır (Tablo 3).

Tablo 3: Yonga ve Lif Levha İhracatının Yapıldığı Ülkeler ve Payları (TÜİK, 2010).

YONGA VE OSB VB. LEVHA		MDF VE LİF LEVHALAR	
ÜLKELER	PAY (%)	ÜLKELER	PAY (%)
Gürcistan	29	İran	55
İran	13	Irak	11
Azerbaycan-Nahçıvan	9	Azerbaycan-Nahçıvan	4
Makedonya	3	Gürcistan	4
Irak	7	Rusya Federasyonu	3
Bulgaristan	6	Türkmenistan	3
Arnavutluk	6	K.K.T.C.	2
Türkmenistan	5	B.A.E.	2
K.K.T.C.	5	Ukrayna	2
Suriye	4	Bulgaristan	1
Diğer	13	Diğer	13
TOPLAM	100	TOPLAM	100

Türkiye'nin levha ithalatı, 2000–2010 yılları arasında inişli çıkışlı bir eğilim göstermiş, 2000 yılında 77 milyon \$ olarak gerçekleşirken, 2010'da bu değerin dört kat üzerine yani yaklaşık 326 milyon \$ düzeyine ulaşmıştır (Tablo 4). Yonga ve lif levha ithalatının yapıldığı ülkeler ve payları Tablo 5'te görülmektedir.

Tablo 4: 2000–2010 Döneminde Türkiye'nin Levha İthalatı (TÜİK, 2010).

YILLAR	YONGA VE OSB VB. LEVHALAR		MDF VE LİF LEVHALAR		TOPLAM
	M ³	DOLAR	M ²	DOLAR	DOLAR
2000	285.095	22.758.015	35.829.671	54.676.378	77.434.393
2001	33.310	7.591.360	6.155.656	26.352.637	33.943.997
2002	75.588	12.199.969	35.459.639	54.249.694	66.449.663
2003	253.107	25.381.194	29.483.073	88.738.811	114.120.005
2004	277.238	54.061.410	33.759.955	132.612.725	186.674.135
2004	266.593	56.003.821	60.520.780	248.115.763	304.119.584
2006	179.232	44.827.867	55.540.805	238.061.148	282.889.015
2007	191.338	52.779.226	69.698.896	335.173.370	387.952.5
2008	238.735	59.570.490	51.671.970	274.492.482	334.062.972
2009	243.827	59.272.143	33.093.381	150.218.963	209.491.10
2010	372.183	86.776.028	59.955.049	238.787.688	325.563.716

Tablo 5'te Yonga ve lif levha ithalatının yapıldığı ülkeler ve payları görülmektedir. Tablo 5'e göre yonga ve OSB levhalarda Bulgaristan, MDF ve lif levhalarda Almanya en çok ithalatın yapıldığı ülkeler olarak dikkat çekmektedir.

Tablo 5: Yonga ve Lif Levha İthalatının Yapıldığı Ülkeler ve Payları (TÜİK, 2010).

YONGA VE OSB VB. LEVHA		MDF VE LİF LEVHALAR	
ÜLKELER	PAY (%)	ÜLKELER	PAY (%)
Bulgaristan	54	Almanya	44
Romanya	19	Bulgaristan	30
Yunanistan	10	İsviçre	7
Kanada	6	Polonya	7
İtalya	3	İtalya	3
ABD	3	Belçika	2
Almanya	2	Rusya Federasyonu	2
Sırbistan	2	Çin	2
Brezilya	1	Avusturya	2
Belçika	0,4	Malezya	1
TOPLAM	100	TOPLAM	100

1.1.5 Yonga Levhanın Kullanım Alanları

Yonga levhaların kullanım alanları üretim şekillerine göre farklılık göstermektedir. Bununla birlikte mobilyacılık, inşaat, dekorasyon ve prefabrik yapılarda kullanımı ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda özellikle mobilyacılıktaki kullanımında artış görülmektedir.

Mobilyacılıkta genel olarak 13–22 mm arasında çok tabakalı levhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4–8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka kısımlarında arkalık veya çekmecelerde çekmece altı olarak kullanılmaktadır (Göker, 2000; Günsel, 2004).

Yonga levhaların işlenme kolaylığı, iş veriminin yüksekliği, zayıf az ve işçilik giderlerinin düşük olması ağaç malzeme tutkalları ile kaplama levhaları ile kaplanmaları halinde iyi özellik göstermesi nedenleri ile tercih edilmektedir (Yaman, 2006). Bu tip levhalar marangozlar tarafından mutfak dolaplarında, dekorasyonda ve çeşitli işlerde kullanılmaktadır.

Öte yandan çimentolu yonga levhaların yangına dayanıklılığı ve rutubet karşısında boyut stabilitesinin yüksek olması nedeni ile prefabrik ev, okul, işletme ve yönetim binaları, kırsal alan konutları, danışma ve kamp binaları gibi tek ve çift katlı binalarda özellikle dış cephe kaplamalarında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yine, etiket yongalı levhalar genellikle kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilmektedir. Tutkal türüne bağlı olarak açık hava koşullarında çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplamaları, döşeme ve döşeme altı materyali olarak da değerlendirilebilmektedir. (Göker, 1990). Ayrıca, odun talaşı ve zirai atıklardan üretilen levhalar, binalarda ses ve ısı yalıtımı için kullanılabilir gibi yatay preslenmiş levhaların özelliklerine yakındır. OSB olarak adlandırılan yönlendirilmiş yonga levhalar; delgi, rendeleme, zımparalama gibi işlemlere de uygun oldukları için normal yonga levhaların kullanılamadığı fazla direnç gerektiren tüketim yerlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ürünlerdir (Arslan vd.,2007).

Kalıplanmış yonga levhalar, eşyanın son kullanılış yerine uygun şekilde üretilmiş ürünlerdir. Bu tip yonga levhalar ise depolamada kullanılan paletler, beton kalıp elemanları, dış hava koşullarına dayanıklı bina elemanları, yüzey kaplamaları, balkon

korkulukları, merdiven küpeşteleri, masa tablaları, mutfak dolabı kapakları, lambri vb ürünlerdir. Son olarak OKAL adı verilen delikli ve deliksiz dikey preslenmiş yonga levhalar bulunmakta ve özellikle prefabrike yapılar da yaygın şekilde kullanılmaktadırlar (Akbulut, 2000).

Gelişmiş ölkelerde, inşaat ve taşıma yonga levhaların kullanım yerleri içinde önemli bir yer tutarken, ölkemizde bu alanlarda yonga levha tüketimi düşük seviyede olup, % 73,5 Oranında mobilya üretiminde, % 11,2'si inşaat sektöründe % 13 oranında dekorasyonda, % 0,2 oranında prefabrik ev yapımında, % 1,9 oranında ise ambalaj sandığı imalatında kullanılmaktadır (Gümüşkaya, 1982).

1.1.6 Levha Üretiminde Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı

- a. Fenolik tutkallar ve izosiyanat tutkalı dış hava koşullarına dayanıklıdır. Dış mekanlarda kullanılacak yongalevhalar da bu tutkallar uygundur. Bununla birlikte izosiyanat yapıştırıcısının pahalı oluşu ve proses tekniğı bakımından meydana gelen bazı sorunlar nedeniyle halen geniş ölçüde endüstriyel bir uygulaması yapılamamaktadır (Deppe ve Ernst, 1973). Üre formaldehit tutkalı ise suya ve rutubete karşı dayanıksızdır bu yüzden bu tutkal kapalı mekanlarda kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992). Melamin formaldehit tutkalı ise üre formaldehit tutkalına benzer fakat suya karşı daha dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajları mevcuttur. Melamin formaldehit tutkalının en önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Üre formaldehit tutkalına % 25-75 oranında karıştırıldığında suya karşı yeterince dayanıklı olabilmektedir (Huş, 1997).
- b. Kullanılan tutkal miktarına gelince belirli bir sınırd a olmak koşulu ile yongalara ne kadar çok tutkal karıştırılırsa levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri o derecede iyileşir. Ancak levhanın maliyetinde tutkalın katkısı % 25-30 oranında olduğundan fazla tutkal kullanmanın maliyeti artırtıcı bir etkisi görülür (Huş, 1979). Yapılan bir çalışmada ayçiçeğı saplarından üretilen yonga levhalarda tutkal kullanım oranının artmasıyla mekanik ve fiziksel özellikler olumlu yönde etkilenmektedir (Bektaş vd., 2002). Yapılan bir başka çalışmada

tutkal içeriğinin % 9'dan % 10'a çıkarılmasıyla yonga levhanın direnç özelliklerinin arttığı ve kalınlığın şişme miktarının azaldığı görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh, 2008).

- c. Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şeklide direnç özelliklerine etki etmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluşturlar ve bunun sonucunda direnç özellikleri artar (Göker ve Akbulut, 1992).
- d. Tutkal miktarının artmasıyla formaldehit emisyonu olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının artması ve yapıştırıcı miktarının azalmasıyla serbest formaldehit emisyonu azaldığı görülmüştür (Chen vd., 2006). Tutkal miktarının artmasıyla yüzey pürüzlülüğü azalır.

1.1.7 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

1.1.7.1 Odun

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin %90'ı odun veya ligno selülozik materyaldir. Genellikle, bakım ve aralama kesimleri ve budanma sonucu elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılmaktadır. En uygunu ince yuvarlak odun kullanılmasıdır. Bunlar bakım ve aralama kesimlerinden elde edilir. Ayrıca idare süresini tamamlamış ağaçların dal ve tepe uçları da kullanılır. Ancak bunların üretimi ve fabrikaya taşınması oldukça zordur. Ayrıca daha önce de bahsedildiği gibi bunlar diğer endüstrilerde de kullanılmaktadır.

Ormandan doğrudan sağlanan odun yanında endüstri artıkları da yonga levha üretiminde kullanılır. Avrupa yonga levha üreticileri birliği tarafından birliğe bağlı ülkeler için yapılan araştırmada kullanılan odun cinsleri Tablo 6'da görülmektedir.

Tablo 6: Avrupa yonga levha üreticileri birliği tarafından birliğe bağlı ülkeler için yapılan araştırmada kullanılan odun cinsleri (Özen ve Kalaycıoğlu, 2007).

ODUN CİNS	MİKTAR (%)			
	1967	1971	1976	20..
— Ormandan sağlanan odun	66	68	70	
- İbrelili odun	35	31	30	
- Yapraklı odun	31	37	40	
— Endüstri artıkları	34	32	30	
- Kereste endüstrisi artıkları	7	6	8	
- Kaplama soyma rende talaşı vb.	25	24	17	
- Diğerleri	2	2	5	
Toplam milyon ster (rm)	12,7	26,0	33,4	

Tablo 6’den anlaşılacağı gibi yapraklı odun ile kereste endüstrisi artıklarının kullanımı artmaktadır. Ülkemizde hammadde olarak günümüzde kolay ve ucuz sağlanan kavak odunları ile yurtdışından özellikle Ukrayna’dan ithal edilen yuvarlak odun kullanılmaktadır.

Lif ve yonga odununun özellikleri TS 1351’de belirtilmiştir. Buna göre; boyu 0,5-2m arasında değişen ince uç çapı en az 4cm, kalın uç çapı en çok 20cm olan yuvarlak ve yarma odun ile kalınlığı 20cm’ye geçmeyen artık parçalar ve tane büyüklüğü 2mm küçük olmayan testere talaşı yonga ve lif odunu olarak kullanılabilir.

Yonga levhaların özelliklerini ağaç türü, ağaç malzemenin özgül kütlesi, yonga geometrisi, tutkal türü, presleme şartları, tutkal miktarı, levhanın özgül kütlesi ve taslak yapısı gibi birçok faktör etkilemektedir. Kullanım yerlerinin isteklerine uygun kalitede levha üretilmesi için bu faktörlerin levha özellikleri üzerine olan etkisinin bilinmesi büyük önem taşımaktadır (Göker vd., 1993).

Genel olarak, düşük özgül kütleye sahip ağaç türleri kolaylıkla sıkıştırılabilmelerinden dolayı tercih edilir, orta özgül kütledeki türler kolay ve ucuz olarak bulunabiliyorsa kullanılır. Yüksek özgül kütleye sahip türlerden ise sakınılır.

Aynı şekilde, kavak ağacına ait odunların yonga levha sanayisine uygunluğunun belirlendiği bir araştırmada olumlu sonuçlar alınmıştır. Özellikle diri odunundan imal edilen yonga levhaların daha yüksek değerlerde eğilme direncine sahip oldukları ortaya konulmuştur (Roffael ve Dix, 1994). Bu bakımdan, yonga levha üretimine uygun ağaç türlerinin özgül kütleleri 0,40-0,65 gr/cm³ arasında değişmektedir. Literatürde, hafif ve ağır odundan aynı özgül kütlede üretilmiş levhalardan hafif olanlarının eğilme direncinin daha yüksek olduğu saptanmıştır (Deppe ve Ernst, 1964).

Tablo7: Ağaç cinsine bağlı olarak yapacak odundaki kabuk miktarları (Özen ve Kalaycıoğlu, 2007).

Ağaç Türü	Kabuk Oranı (%)
Ladin	9,7 – 14,5
Çam	9,1- 9,2
Gökmar	10,2–12,8
Kayın	6,1–7,4
Kavak	12,6
Tirek kavak	14,4
Meşe	19,2
Söğüt	17
Melez	16,4
Duglas	11,8- 13,9
Kızılağaç	15,1

Yongalevha üretiminde kabuğun kullanılması üzerine pek çok araştırma yapılmıştır. (Vozz 1973, Anderson et. al 1974, Lehman ve Currier 1971). Genellikle kabuğun yongalevha üretimine uygun olduğu kabul edilir. Ancak kabuğun kumlu veya kirli oluşu sakıncalıdır. Bu sorun rüzgârlı eleme sisteminin kullanılması ile nispeten çözülmüş olmakla birlikte yongalama makinelerinde bıçakların kullanım ömrünü azaltmaktadır. Odunun satışında ölçü olarak ster kullanılır. İstiflenmiş odunun boşlukları ile birlikte 1m³'e 1 ster denir. Acaba sterin içinde boşluksuz kaç m³ veya kg odun vardır? Bu, miktar sayısız etmenlere bağlıdır. Bu nedenle odun satışında tam kuru ağırlık esas alınmalıdır. Levha üretiminde teknolojik hesaplar da tam kuru ağırlığa göre yapılmalıdır.

Günümüzde odun artıklarından homojen olarak üretilen ince materyal (Testere talaşı ve odun tozu) dış tabakada kullanılabilir. Testere talaşının en önemli özelliği enerji tasarrufu sağlamasıdır. Mikro yongalar ise birkaç kademede uygulanan öğütme ve eleme işleminden sonra çok fazla enerji tüketimi karşılığında elde edilir. Diğer taraftan mikro yongalar testere talaşı, lifler ve odun tozları orta tabakadaki çalışmaları deformasyonları aynen aksettirirler. İnce kesme yongaları ise bu deformasyonu gizleyebilmektedirler. Bu nedenle dış tabaka çok ince materyal kullanılması orta tabaka yongalarının ve serme işleminin çok homojen olmasını gerektirir.

Testere talaşı ve odun tozundan çeşitli formlarda farklı malzemeler üretilmektedir. Bu konuda termodin yöntemi bilinmektedir. Bu yöntem R. Runkel ve Jost 1952 ve 1954 de R. Runkel ve Wilke tarafından 1956 yılında alınan patentlerle geliştirilmiştir. Buna göre levha 150–200°C sıcaklık ve 200-300 atm basınç altında yapıştırıcı madde kullanılmadan kalıplanmış ürün olarak üretilmektedir. Rusya, İsveç ve Finlandiya’da tamamen testere talaşından büyük boyutlu levha üretildiği bildirilmektedir.

Odunda budak, çatlak, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Odunun yoğunluğu, asiditesi (pH), içerdiği ekstraktif maddeler ve rutubeti de levha kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Son yıllarda hızlı büyüyen ağaç türlerinin yonga levha üretimine uygunluğu konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Araştırmalara göre; özellikle *Robinia pseudoacacia* odunlarının yonga levha üretimi için yeni bir hammadde olabileceği belirlenmiştir. *Cryptomeria japonica* ve *Populus tremuloides* odunlarının ise diğer odun türleri ile karışık olarak kullanılabileceği kanıtlanmıştır. Ülkemizde yapılan araştırmalarda, Sahil Çamı ve Kavak gibi hızlı büyüyen tür odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir.

Yonga levha üretiminde endüstriyel atık kullanımı ile üretim maliyeti azalmakta ve buda levhanın satış fiyatının azalmasına neden olmaktadır. Genel olarak üretim maliyetinde % 15’lik azalma ve % 45 oranında is enerji tasarrufu elde edilmektedir.

1.1.7.2 Yıllık Bitkiler

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Ancak keten, kenevir, pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde veya artıklardan da yonga levha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Toplama, nakliye, depolama ve hazırlaması kolay, maliyeti düşük ve malzemenin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Materyalin homojen olmayışı, yıllık bitkilerin kullanılmasındaki en büyük sorun olarak dikkat çekmektedir (Özen, 1980).

Odunlara göre kimyasal içerik bakımından daha heterojen özellik gösteren bitkisel materyalin kimyasal kompozisyonunu etkileyen önemli bir faktör bitkinin yetiştirme koşullarıdır (Han, 1998). Genel olarak bir ligno-selülozik bitki hücresi %65–70 karbonhidratlardan oluşmaktadır. Bazı istisnai durumlar bulunmakla birlikte bitki hücrelerinin yaklaşık %50'sinin selülozdan oluştuğu söylenebilir. Fakat pamukta bu oran %90'nın üstüne çıkabilmekte, bazı tarımsal sap liflerinde ise %30'un altına düşebilmektedir (Rowell ve Simonson, 2000).

1.1.7.3 Kimyasal maddeler

Yonga levhanın üretiminde birçok kimyasal madde kullanılır. Organik ve anorganik yapıştırıcılar, sertleştiriciler, higrofobik maddeler, böcek, mantar ve yangına karşı koruyucu vb. maddelerdir.

1.1.7.3.1 Organik yapıştırıcılar

Sentetik reçineler; termosetting (sıcakta sertleşen) ve termoplastik (sıcakta yumuşayan) reçineler olmak üzere iki temel gruba ayrılmaktadır. Termosetting yapıştırıcıların çapraz bağlanma reaksiyonu esnasında tutkal, geri döndürülmez fiziksel ve kimyasal değişikliklere uğrayarak çözünmez hale gelir. Bu reaksiyon, ısı veya kimyasal madde veya bunların her ikisinin yardımıyla kendiliğinden başlayabilir.

Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit, resorsin formaldehit ve fenol-resorsin formaldehit tutkalları bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır. Bu reçinelerin tamamı

formaldehit esaslıdır. Termoplastik reçineler sertleşirken kimyasal bir çapraz bağlanma reaksiyonu oluşmaz, bu nedenle reaksiyon geri döndürülebilir ve ısıtma ile tutkal kolayca yumuşayabilmektedir. Polivinil asetat emülsiyonları ve hot-melt tutkalları bu gruba dahil olan yapıştırıcılardır (Demirkır, 2006).

1.1.7.3.2 Üre Formaldehit Tutkalı

Üre formaldehit (ÜF) tutkalı ucuz olması, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri ile odun esaslı levhaların üretiminde ve masif konstrüksiyon işlerinde en fazla kullanılan tutkallardandır. Avrupa’da tüm levha endüstrisinde kullanılan tutkalların %90’nını üre formaldehit oluşturmaktadır (Özen, 1980).

Bu tutkal; üre ve formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Üre, amonyak ve karbondioksitin reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak, amonyum karbominat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre oluşmaktadır. Formaldehit ise maden kömürü, oksijen ve hidrojenden elde edilen metanolün, katalitik oksidasyon ve hidrolizasyon yolu ile üretilmektedir (Huş, 1977).

Üre formaldehit tutkalının üretimi sırasında, 5.0 – 5.5 pH’ da bir reaksiyon oluşmaktadır. Bu reaksiyon, pH’ nın 7.5’ a çıkarılması ve soğutulma ile durdurabilmektedir. Tutkalın, % 40 - % 60’ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi ile katı tutkal miktarı % 60 - % 65’e çıkarılmaktadır. Üre formaldehit tutkalının sertleşmesini hızlandırmak için sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi maddeler kullanılır. Sertleşme hızı, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15 – 120 saniye arasında bulunmaktadır. Tutkalın sertleşmesi için orta kısmın sıcaklığı 100 0C, alt ve üst kısımların sıcaklıkları ise pres levhasının sıcaklığına bağlı olarak, 150 – 180 0C arasında veya daha yüksek olabilmektedir (Huş, 1977).

Üre formaldehit, MDF ve yonga levha üretiminde kullanılan en yaygın tutkallardandır. Dünya çapında, üre formaldehit tutkalının %70’ e yakın bir kısmı orman ürünleri sanayisinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; %61 oranında yonga levha, %5 oranında kontrplak, %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde ve %27 oranında MDF üretiminde kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalının

avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Nemli ve Aytaç 2002, Pizzi 1983, Goncalves vd., 2008).

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

1.1.7.3.3 Fenol Formaldehit Tutkalı

Alkali bir katalizör yardımıyla formaldehit ve fenolün kondenzasyonu yoluyla elde olunmaktadır, sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılarak yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır.

Orman ürünleri sanayinde (yonga levha, kontrplak ve formika üretimi) genellikle resol tipindeki fenolik tutkallar tercih edilir. Sıvı tutkal içerisindeki kuru madde miktarı % 40 – 50 civarındadır. Sıvı halinde resol tipi fenolik tutkal elde etmek için alkali katalizör kullanılır (Coplugil, 1993).

Fenol formaldehit tutkalı rutubete, suya ve atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygun bulunmaktadır. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Fenolik tutkallara mum, parafin veya kimyasal tepki veren bitkisel yağlar vb. su itici maddeler karıştırılabilmektedir. Tutkalın sertleşme süresi üre formaldehit tutkalına göre daha yavaş ve sıcaklığı yüksek olmaktadır. Levhanın orta kısmındaki sıcaklık ise 120–150 0C arasında olması gerekmektedir. Bu tutkallar, sıcaklık etkisiyle sertleştiğinde daha dirençli olabilmekte ve iyi bir boyutsal stabilite sağlayabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985).

1.1.7.3.4 Melamin Formaldehit Tutkalı

Melaminin formaldehit ile kondenzasyonu sonucu elde edilmektedir. Sertleştirici ilave edilmeden 90 – 140 0C sıcaklıklarda sertleşen bu tutkal, sulu çözeltisinin dayanma süresi çok kısa olduğundan toz halinde satılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte suya karşı dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajlı yanları vardır.

Fenol formaldehit tutkalına ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlara rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. En önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. Üre formaldehit tutkalı ile % 25 – 75 oranında karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilmektedir (Huş, 1977).

Resorsin Formaldehit Tutkal Resorsin formaldehit reçnesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir. Sertleştirici madde olarak genellikle paraformaldehit kullanılmaktadır. Resorsinol fenolik bir maddedir, ancak fenole göre çok daha fazla reaktiviteye sahiptir. Bu reçnelerin en önemli avantajı, ortam sıcaklığında sertleşebilmesidir (Bozkurt ve Göker, 1986).

Bu tutkallar, fenol formaldehit tutkalına göre daha pahalı olup, uçaklarda kullanılan odun elemanlarının yapıştırılması gibi bazı özel amaçlar için kullanılmaktadır. Kullanımından önce toz veya sıvı haldeki sertleştirici ilave edilmektedir. Sertleşme sıcaklığı 20-65°C arasındadır. Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalına oranla daha düşük

sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir (Gillespie et al. 1978).

1.1.7.3.5 İzosiyanat Tutkalı

İzosiyanat esaslı tutkallar ilk defa 1940'lı yıllarda kullanılmıştır. Fiyatlarının yüksek olması, uygulanmasındaki teknik güçlükler ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle ticari uygulamalarda çok fazla yer almamıştır. Levha ürünlerine olan talebin artması ile beraber bu ürünlerden ayrılan serbest formaldehit miktarı ile ilgili sınırlamalar, yonga levha üretiminde izosiyanat tutkallarının kullanımına ön ayak olmuştur. Rutubete karşı gösterdikleri mükemmel direnç nedeniyle dış ortamlardaki uygulamalar için uygundur (Anonim, 1989).

İzosiyanat tutkalları odun yüzeyini kolayca ıslatabilmekte ve düşük molekül ağırlığı sayesinde ağaç malzeme içersine iyi bir şekilde penetre olmaktadır. Termal stabilitesi fenol formaldehit kadar iyi değildir, ancak daha hızlı sertleşir. Yapısındaki zehirli maddeler nedeniyle taşınmasında zorluklar olsa da, bu tutkalın en önemli avantajı, formaldehit emisyonunun olmayışıdır (Demirkır, 2006).

Saman gibi zor yapıştırılan materyal ile kullanılabilen izosiyanat tutkalının en büyük dezavantajı, alüminyum ve çelik saçlara yapışması nedeniyle preslerde sorun oluşturmaktadır. Bu sorun ise gliserin gibi yapışmayı önleyici maddelerin veya dış tabakalarda fenolik tutkalların kullanılmasıyla önlenabilmektedir (Özen, 1980).

1.1.7.3.6 Doğal Tutkallar

Doğal tutkallar; hayvansal (kazein, kan albümini vb.) ve bitkisel tutkallar (tanen, sülfat atık suyu, soya vb.) olarak iki gruba ayrılmaktadır. Bitkisel tutkalların yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Sülfat atık suyu, suya karşı dayanıklı bir yapışma sağlamakta, sıcak preste hem sıvı hem de toz halinde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

1.1.7.3.7 Anorganik Tutkallar

Anorganik tutkal olarak, çimento ve alçı kullanılmaktadır. Bunlar, genel olarak, inşaat sektöründe yalıtım amacıyla kullanılan levhaların ve özellikle de prefabrik konut duvarlarının yapımında kullanılmaktadır (Bozkurt, 1982).

1.1.7.4 Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde, sentetik reçinelere ilave edilmesi ile kullanılan katkı maddeleri; preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, sıcak presleme sırasında gaz çıkışını dengeleme ve biyotik zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler (Nemli, 2000).

1.1.7.4.1 Sertleştirici Maddeleri

Yonga levha üretiminde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslemeye kadar sertleşmemeli, fakat pres esnasında hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içerisinde sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir.

Yonga levha üretiminde en çok kullanılan üre formaldehit tutkalı için en uygun sertleştirici, amonyum klorürdür. Nadir olarak amonyum sülfatta kullanılır. Amonyum klorür' ün düşük sıcaklıklarda tutkal çözeltisinin formaldehidi ile reaksiyona girmekte Hekzametilentetraamin, hidroklorik asit (HCl) ve su oluşmaktadır. Meydana gelen hidroklorik asit, tutkalın sertleşmesini hızlandırmaktadır. Amonyum klorürün düşük sıcaklıklarda tutkal çözeltisinin formaldehiti ile reaksiyona girerek preslemeden önce tutkalın sertleşmesini önlemek üzere tutkal çözeltisine NH₃ veya üre ilave edilmektedir. NH₃ düşük sıcaklıklarda asidi nötrleştirir. Böylelikle tutkal sertleşmesini durur. Sıcak preste NH₃ buharlaşarak asit oluşur ve sertleşme gerçekleşir.

Sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılmasından amaç; meydana gelecek HCl'in uçucu olması dolayısıyla levha taslağının her tarafına homojen olarak dağılabilesidir. Bu maksatla amonyum sülfatta sertleştirici olarak kullanılabildiği halde meydana gelen asit (H₂SO₄) uçucu olmadığından taslağa homojen olarak dağılmaz ve yeknesak bir sertleşme meydana gelmez.

Preslemeye kadar olan süre içersinde tutkalın sertleşmesini önlemek için üreden daha ucuz olan NH₃ çoğunlukla tercih edilmektedir. Fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırma sertleştirici ilavesine gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilir. Bu durumda sıcaklığın 135–155 0C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleşme uzun sürdüğü için bunun hızlandırılmasına gerek vardır. En önemli ve tanınmış hızlandırıcı rezorsindir. Çok pahalı olması nedeniyle, bunun yerine daha ucuz olan kalsiyum karbonat kullanılır.

Melamin formaldehit, 90–140 0C’ deki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür ve potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.1.7.4.2 Hidrofobik Maddeler

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacı ile hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın tamamen su almasını önlemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha kısa süre su veya yüksek rutubete maruz kalırsa bundan etkilenmez.

Hidrofobik maddelerin başında parafin gelir. Parafin iyi bir su itici etkiye sahip, erime noktasının düşük (48–56 0C) ve diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında daha ekonomik olması gibi nedenlerle tercih edilmektedir. Genellikle hem orta hem de dış tabaka yongaları parafinlenir. Fakat son zamanlarda genel amaçlar için kullanılan levhaların sadece dış tabaka yongalarının parafinlenmesi önerilmektedir. Mutfak ve laboratuarlarda kullanılacak olan levhaların orta tabakalarının da parafinlenmesi gereklidir (Bozkurt ve Göker, 1985).

Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranı % 0.3-0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5 – 1 oranında parafin kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

Yonga levha üretiminde su itici madde olarak kolofan kullanıldığında kolofanın kimyasal birleşiminde bulunan abietik, levopimarik gibi reçine asitleri formaldehit ile reaksiyona girdiği için levhanın özelliklerinin normal levhalara göre daha iyi sonuç verdiği belirtilmektedir. Örneğin; kolofan, tutkala, tam kuru tutkal ağırlığına oranla % 1.0, 1.5 ve 3.0 ilave edildiğinde levhanın iç bağlanma mukavemeti iyileşmekte, kalınlık artışı ve

formaldehit emülsiyonu azalmaktadır. Ayrıca, kolofan kullanılarak üretilen levhaların fiziksel özelliklerini, parafin kullanılarak üretilen levhalara göre daha iyi olduğu bildirilmektedir (Var, 2000).

1.1.7.4.3 Koruyucu Maddeler

Böcek, mantar ve diğer biyotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Rutubet %18' den fazla ise mantarların derhal yonga levhaya arız olduklarını araştırmalar göstermiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır. Fenol formaldehit ile üretilen yonga levhalar için, özgül ağırlık arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12' den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artar. Aminoplastik tutkalarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassastır (Baharoğlu, 2010).

Koruyucu maddeler, levhaların içerisinde homojen bir dağılım yapabilmeleri için tutkal çözeltisine karıştırılarak veya orta ve dış tabaka yongalarına püskürtülerek ya da levhanın dış tabakalarına ayrı ayrı sürülmek yoluyla uygulanmaktadır. Koruyucu maddeler kuru yonga miktarının yaklaşık %10' u kadar kullanılmalıdır çünkü fazla miktardaki koruyucu madde, hem levhanın makinelerde işlenmesini zorlaştırır hem de yüksek sıcaklıkta levhanın rengini koyulaştırır. Ayrıca direnci de azaltır (Özen, 1980).

Koruyucu maddeler aşağıdaki şartları gerçekleştirmelidir;

1. Koruyucu madde, tutkalın sertleşmesini engelleyecek ve çok hızlı sertleşmesine neden olacak kadar pH değerini değiştirmemelidir.
2. Sıcak preslemede sertleşme süresi ve dolayısıyla presleme süresi uzamamalıdır.
3. Levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini düşürmemelidir.
4. Üretilen levhalar koruyucu madde nedeniyle pis kokmamalıdır.
5. Pres daha sonra başka maksatlar için kullanılabilir.

1.1.7.4.4 Yangın Geciktirici Maddeler

Yonga levhalar ağaç materyalden üretildikleri için oldukça yanıcı malzemelerdir. Yanmayı geciktirici maddeler bazı levha tiplerinde kullanılmakta olup, yaygın değildirler. Yonga levhanın yanma süresi yanma kalınlığına, özgül ağırlığına, levhanın rutubetine ve direncine, kullanılan yapıştırıcının türüne ve kullanılan odun içerisindeki kimyasal bileşenlere bağlıdır.

Yonga levhaların yanıcılık özelliğinin minimuma indirilmesi için bazı kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekir. Bu maksatla; çinko, arsenik ve bakır tuzları kullanılmaktadır. Bunların yanı sıra, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılabilir. Yanmayı geciktiren maddeler; özellikle çocuk bakım evleri, hastane ve toplu konutlar gibi insan sayısının fazla olduğu yerlerde kullanılan levhalar için büyük önem arz etmektedir.

Çünkü odun ve oduna dayalı levha ürünleri yüksek sıcaklıklara maruz kaldıklarında yanıcı gazlar meydana getirmektedirler. Bu gazlar yangının büyümesine neden olduğu gibi yangın sırasında insanların etrafını görmesi ve yangın yerinden uzaklaşmasına engel olmaktadır. Ayrıca solunum sisteminde tahrişe sebebiyet vermektedir. Yanmayı geciktiren maddelerin fazla katılması durumunda ise levhaların hem makinelerde işlemesi güçleştirmesi hem de yüksek sıcaklıklarda levha renginin koyulaşması gibi problemleri ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca, levhaların direnç değerlerinde de azalma meydana gelmektedir (Ayrılmış, 2000).

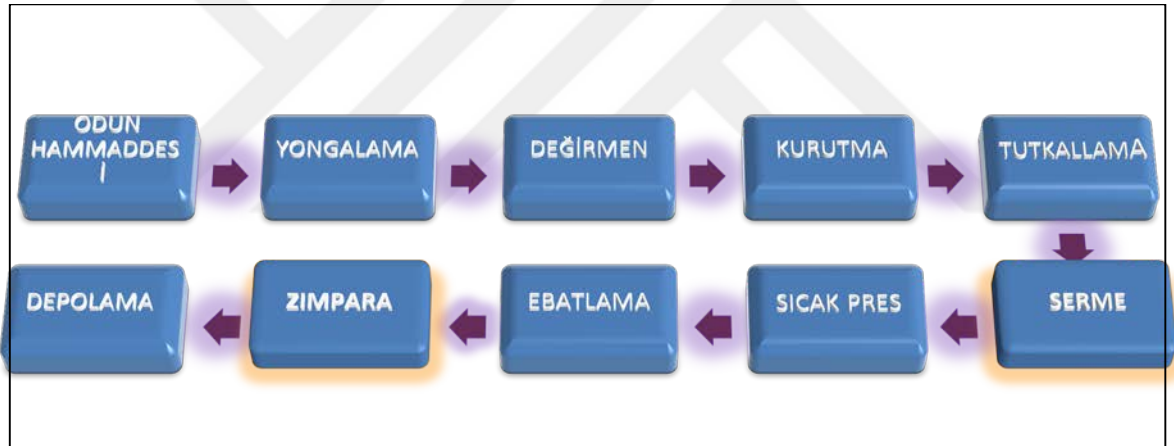
Avrupa ülkelerinde üretilen formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda amonyum sülfat, fenol formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda ise amonyum fosfat yanmayı önleyici madde olarak daha çok kullanılmaktadır. Amonyum bileşikleri kullanıldığı durumda sıcaklık etkisiyle amonyum açığa çıkmakta, koruyucu bir gaz tabakası oluşmakta ve odunsu materyalde yüzeysel yangınların içeriye nüfuz etmesini önlemektedir. Böylece malzeme yangın esnasında daha uzun süre dayanım göstermektedir. Bor asitlerinin kullanılmasında ise ergime ısısı çok yüksek olduğundan yangın esnasında fazla enerji absorbe ederek sıcaklığın yükselmesi önlenmektedir (Ayrılmış, 2000). Her iki sonuçta yangın anında zaman kazandırmaktadır.

Yangın geciktirici maddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

1. Yangında malzeme yüzeyinde koruyucu bir gaz oluşturan maddeler (amonyum bileşikleri)
2. Aşırı sıcaklık karşısında levhanın ısınmasına ve sıcaklığının yükselmesini önleyen maddeler (kristal sulu maddeler)
3. Yangın sırasında köpürmek veya kömür tabakası oluşturmak suretiyle oksijenin malzemeye ulaşmasını önleyen maddeler
4. Levhanın yanan yüzeyini azaltan maddeler (alüminyum oksit).

1.1.8 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yonga levha iş akışının özeti Şekil 3'te görülmektedir.



Şekil 3: Yonga levha üretim akışı.

1.1.8.1 Odun Hammaddesinin Depolanması

Ülkemizde odun üretimi yılın her ayında ve her mevsiminde olmadığı için, fabrikalar özellikle kış aylarındaki odun hammaddesi gereksinimini depo etmek zorundadırlar. Fabrikalar genellikle odun sahalarında 2-4 aylık odun ihtiyaçlarını depo ederler. Depolama odun cins ve yoğunluklarına göre ayrı istifler halinde yapılır. Sanayi atıkları (kapak tahtası, çıta, hızar talaşı), çam, kavak, kayın/meşe/gürgen, ladin ayrı istifler halinde depolanır (Şekil 4). Üretime verilen odun hammaddesi ilk giren ilk çıkan mantığına göre yapılır.

Depolama alanının zemini beton, hava sirkülasyonu olması için istifler arasında boşluklar olmalıdır. Yangın emniyeti için odun sahasında istifler arasında yollar ve yangın söndürme sistemi olmalıdır.



Şekil 4: Odun sahası.

İyi bir deponun aşağıdaki özelliklere sahip olması beklenmektedir;

- Depoların zeminleri beton olmalı
- Zemin belirli dönemlerde temizlenerek organik atıklardan arındırılmalı
- Depo yeterli büyüklükte olmalı
- Araçlar aralardan kolaylıkla geçebilmeli
- İstif yüksekliği 10 m yi geçmemeli
- Depo yangını önlemeye elverişli olmalı
- Depoda istifler 30–60 m uzunlukta olmalıdır.

1.1.8.2. Yongalama

Yongaların biçim ve boyutları kullanılan makineye göre değişir. Odun yongalanması sırasında düzgün yüzeyli ve kaliteli yongaların elde edilebilmesi için rutubetin % 30-60 olması gerekir. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur ve yonga verimi düşer. Rutubetin fazla olması durumunda ise yongaların kurutma masrafları artar ve elde

edilen yongaların yüzeyleri lifli hale gelir. Lifli yongalar yapışmanın hatalı olmasına neden olur (Güler, 2001).

Yongalar kesme, kırma ve ezme yöntemleri ile elde edilir. Yongaların kalitesi genel olarak levha kalitesini de etkilediği için, kesme şeklinde üretilen yongalar dış tabakalarda, kırma şeklinde üretilen yongalar orta tabakalarda kullanılırlar. Yonga hazırlama 2 sistemle yapılır. Birincisinde kaba yongalar elde edildikten sonra değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde işlenerek kullanıma uygun hale getirilir. İkinci yöntemde yuvarlak odunlardan, levha yapımına uygun uzunluk ve kalınlıkta fakat geniş yongalar elde edilir. Bu yongalama türüne normal yongalama denir (Bozkurt ve Göker, 1986).

- a. İğne yapraklı ağaçlar düzgün, ince ve uzun lifler ihtiva ettiklerinden dolayı iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yonga levhaların dirençleri yapraklı ağaçlardan elde edilenlere göre daha yüksektir. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar ekstraktif madde ve doğal reçine ihtiva ettiklerinden dolayı levhaya su iticilik kazandırır, şişme miktarını ve tutkal kullanımını azaltır.
- b. Levha yoğunluğu aynı olması durumunda hafif ağaç türlerinden elde edilen yonga levhaların direnç değerleri ağır ağaç türlerinden elde edilenlere göre daha yüksektir.
- c. Yonga levha endüstrisinde amaç düzgün yüzeyli, direnç değerleri yüksek ve özgül ağırlığı düşük levha üretmektir. Bu bakımdan hammadde kullanımı olarak en ekonomik çare; hafif ağaç türlerinin dış tabakalarda ağır ağaç türlerinin ise orta tabaka da kullanılmasıdır (Göker, vd., 1984).

Yonga geometrisi; yonga levhaların teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir.

- a. Yonga kalınlığı belirli bir seviyede tutulmalıdır. Çok ince yongalar çok çabuk kırıldığından levha direnci azalır. Çok kalın yongalar kullanılması durumunda ise yongalar arasında boşluk fazla olmakta ve dirençler azalmaktadır.
- b. Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100-150 civarında olan yongalar en iyi üretim sonuçlarını vermektedir.

- c. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir (Göker ve Akbulut, 1992).

1.1.8.2.1 Kaba Yongalama

Bu tip yongalayıcılarla büyük yongalar elde edilir. Eskilerde liflere ağırlıklı liflere paralel yongalama yapılmış olsada, günümüzde liflere dik yongalama yapılmaktadır. Odun hammaddesi liflere dik yönde 30 derecelik açı ile kesilir. Yonga boyutları makinede bulunan elek kesitine göre değişmekle birlikte, genellikle yonga boyları 55-70 mm arasında değişir. Fabrikaların kapasitelerine bağlı olarak bu makinelerin kapasiteleri 60-150 ton/h.atro arasında değişmektedir (Şekil 5).



Şekil 5: Kaba yongalama makinası.

Şekil 6’da kaba yongalama makinasından elde edilen kaba yongalar görölmektedir.



Şekil 6: Kaba yongalar.

1.1.8.2.2 İnce yongalama

Levha üretiminde uygun olan yongaları değişik durumlarda ilk olarak elde etmek mümkün olmadığından, kaba ve normal yongalar bir defa daha özel makinelerden ve değirmenlerden geçirilerek boyutları küçültülmektedir. Genellikle ince materyalin üretilmesinde elekli değirmenler tercih edilir. Her türlü yonga elekli değirmenlerde inceltilir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Günümüzde bu işlem için macro değirmen (orta tabaka yongası) ve micro değirmenler (yüzey tabaka yongası) kullanılmaktadır (Şekil7). Disk elekten elenen kaba yongalar bu değirmenlerin beslediği silolara depolanır.



Şekil 7: Değirmen.

Şekil 8’de ise değirmen ringi görülmektedir.



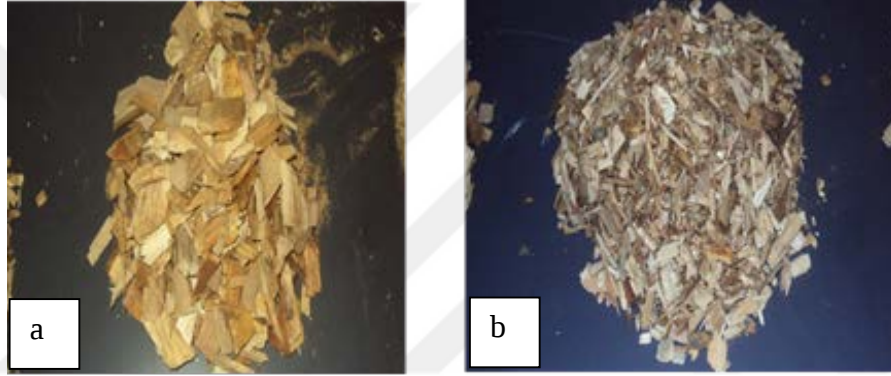
Şekil 8: Değirmen ringi

Yongalama işlemi için aşağıdaki bilgiler önemlidir;

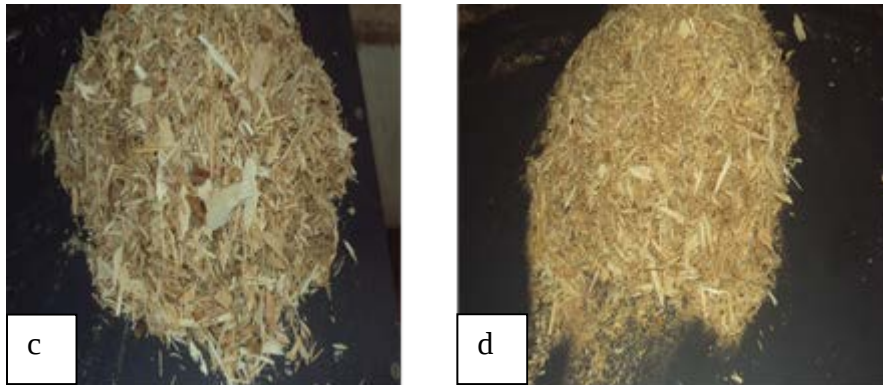
1. Yonga boyutları levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü sağlayan en önemli faktörlerin başında gelir.
2. Bir yongalama makinesinde yongalama işlemi kesme, itme ve kırma hareketlerinin uygulanması ile ortaya çıkar.
3. Yongalama makinesinde en fazla mekanik enerji bıçakların itme hareketinin temin edilmesinde harcanmaktadır.
4. Makinenin oduna uyguladığı kesme kuvveti liflere paralel yönde, liflere dik yöndekine oranla 1/3 oranında daha azdır. Bu nedenle, liflere dik yönde kesmenin hakim olduğu geleneksel diskli yongalayıcılarda kullanılan enerji, liflere paralel kesme yapan diğer makinelerden dikkate değer ölçüde yüksektir.
5. Kesme suretiyle elde olunan yongalar yonga levhaların yüzeyinde, kırma ve ezme suretiyle elde edilen yongalar ise orta kısımda kullanılmaktadır.
6. Yonga levhaların dış tabakalarında kullanılacak yongaların 0,1-0,25 mm, orta tabakada kullanılacak yongaların ise 0,25-0,6 mm kalınlığında olması gerekmektedir. Yonga uzunlukları ise kalınlığın 5-10 katı kadar olması istenmektedir.
7. Kesme yöntemiyle elde edilen yonga kırma ve ezmeden daha kalitelidir. Yonga yüzeyi kırma ve ezmede düzgün olmadığından tutkal boşluklara girer ve yapışma etkisi düşer.
8. Kesme yöntemiyle yonga üretimi daha fazla enerji ve para gerektirir.

9. Odunların biçilmesi sırasında elde edilen partiküllere talaş denir. Talaş belirli oranlarda yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ancak, yonga levha üretimi için en uygun yonga kesme yöntemiyle elde edilen ince yongalardır (Şekil 31).
10. Toz ve ince partikül halindeki yongaların miktarının artması tutkal miktarını artıracığından üretim maliyetlerini artırır.
11. Yongalama makinesinin kapasitesini belirleyen faktörler yongalayıcının faal kesme bölgesiyle ilgilidir (İstek, 2010).

Şekil 9 ve Şekil 10’da farklı boyutlarda yonga tipleri görülmektedir.



Şekil 9: Makro chips. (a) – Mikro chips. (b)



Şekil 10: Makro flake. (c) – Mikro flake. (d)

Yongalama makineleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir;

1. Kaba Yongalama Makineleri - Silindirli (Çevresel veya Tamburlu) Kaba Yongalama Makinesi - Diskli Kaba Yongalama Makinesi
2. Normal Yongalama Makineleri - Silindirli Yongalama Makinesi - Diskli Yongalama Makinesi - Yatay Diskli - Düşey Diskli
3. İnce Yongalama Makineleri - Diskli Değirmen - Elekli Değirmen - Hammaddenin Makineye Verilişine Göre (Çevreden veya Merkezden Beslenenler) - Bıçakların Özelliklerine Göre (Harçlı değirmenler, Çok Çekiçli Değirmenler, Çekiçli Değirmenler, Kesici Değirmenler.

Dış tabakalarda yonga kalınlığının 0,15-0,25 mm olması, orta tabakada kullanılan yongaların kalınlıkları 0,25-0,60 mm olması gerekmektedir. Uzunluk ve genişlikler kullanılan eleklerle bağılı olmakla birlikte, genellikle uzunluğun 5mm genişliğin ise 2 mm kadar olması yeterlidir. Düşük özgül ağırlıklı odunlardan elde edilen aynı yoğunluğa sahip yonga levhaların direnç nitelikleri daha iyidir.

Normal yonga üretiminde kaba yonga oluşmasının nedenleri;

1. Odunun sağlamlığı
2. Ortalama çapı
3. Dolgunluk ve lif düzgünlüğü
4. Özgül ağırlık ve yıllık halka genişliğı
5. Kesici aletlerin durumu
6. Odun rutubeti

Yonga verimini etkileyen faktörler;

1. Özgül ağırlık arttıkça verim artar,
2. Mantar arız olmuş odunların yonga verimi düşüktür,
3. Odunun çapı arttıkça yonga verimi artar,
4. Odunun rutubeti arttıkça yonga verimi artar,
5. Yonga kalınlığı arttıkça makine kapasitesi ve yonga verimi artar. Ancak yonga kalitesi düşer.

Makine Kapasitesi aşağıdaki faktörlere bağıdır;

1. Makinenin devir sayısı,
2. Yonga kalınlığı,
3. Bıçak sayısı,
4. Makine ağız uzunluğu,
5. Makine ağız genişliği (İstek, 2010).

1.1.8.3 Kurutma

Üretilen yongalar %30–120 arasında çok değışik nem derecelerine sahiptir. Yongaların rutubetinin fazla veya kuru olması levhanın patlamasına, toz miktarının ve yangın tehlikesinin artması gibi sorunlara neden olabilmektedir. Yongalar genellikle % 1,5-3 rutubete kadar kurutulur. Kurutma işlemi yüksek sıcaklıklarda yapılmakta olup, baca sıcaklığı 120-135 derecelerde olacak şekilde kurutma işlemi yapılmaktadır.

Bu maksatla döner silindirli, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbünlü, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır (Özen, 1980).

Yongaların kurutulmasında ısı transferi doğrudan doğruya temas, konveksiyon ve radyasyon yoluyla ve bunların kombinasyonu şeklinde olur (Şekil 11). Temas yoluyla kurutma; uzun bir işlemdir, buna karşılık en basit yöntemdir. Işımayla tüm yüzeyde kurutma sağlanırken, temas yöntemiyle ise sadece temas eden yüzey kurutulabilir. Konveksiyon yoluyla kurutma; temas yoluyla kurutmaya göre daha kısa olup yongaların başlangıç rutubeti, yonga büyüklüğüne, kalınlığına ve kullanılan havanın sıcaklığı ve hızına bağıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2 kademedede gerçekleşir; birinci kademedede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademedede ise higroskopik yani bağı su uzaklaşmaktadır (İstek, 2010). Şekil 11’de döner tamburlu kurutucu görülmektedir.



Şekil 11:Döner tamburlu kurutucu.

Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğalgaz, propan, fuel-oil kullanıldığı gibi zımpara tozu da kullanılabilir. Kurutucularda sıcaklık $600-800^{\circ}\text{C}$ ' ye kadar çıkabilmektedir. Yongaların kurutulma süresi kısa olduğu için yongalar kurutucu içinden çabuk geçirilirler. Eğer kurutucu içerisinde herhangi bir tıkanıklık olursa yangın çıkar ve ciddi problemlere sebep olur. Kurutucular yangın ve patlama tehlikelerinden dolayı yonga levha fabrikalarında en tehlikeli kısımlarından birini oluştururlar (Akbulut, 2000).

Yonga levha tesisinde en tehlikeli kısım kurutmadır. Kurutma hızı ve kalitesi bakımından odunun tutuşma noktasının üzerinde bir sıcaklıkta çalıştığından bu noktalarda yongaların yanmasını önlemek için, kuruyan yongaların makineyi bir an önce terk etmesi gerekir. Odunun tutuşma sıcaklığı 200°C dir. Ancak ekzotermik reaksiyonlar ise $100-150^{\circ}\text{C}$ ' ler arasında başlamakta olup fazla reçine içerenlerde 80°C dir. Kurutma makinelerinde $500-600^{\circ}\text{C}$ de yanık gazlar kullanılır. Ancak yongaların kurumasıyla beraber buharlaşma olduğundan yongaların sıcaklığının 100°C nin üstüne çıkmadığı bilinmektedir. Yonga, kurutucuların hareketsiz kısımlarında uzun süre kalarak, fazla kuruyan yongaların yanması tehlikesini ortaya çıkarır (İstek, 2010).

1.1.8.4. Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)

Yongalama makinelerinden elde edilen yongalar heterojen boyutlara sahiptir. Bu yongalar kurutma ünitesinde kurutmaya tabi tutulduktan sonra ayrıca bir sınıflandırmaya sokulmasına da gerek vardır.

Heterojen yonga kullanımı; levhanın yüzey düzgünlüğünün bozulmasına, porozitesinin artmasına, fiziksel ve mekanik özelliklerinin azalmasına, kenar masifleme işleminde zorluklara ve levha içerisinde yoğunluk farklılıklarına neden olmaktadır. Bununla birlikte, istenilen boyutlardan daha küçük yongaların kullanılması tutkal tüketiminin artmasına, yapışma ve sermede sorunlara sebep olmaktadır.

Mekanik sınıflandırma veya tasnif işlemi eleklerle yapılmaktadır. Elekler yongaların yüzey alanlarına göre sınıflandırılmaktadır. Elekler alt alta yerleştirilmiş gözenekli tabanları olan makinelerdir. Titreşimli, sallantılı ve dairesel olarak hareket eden elekler mevcuttur . Eleme işlemleri kapalı ortamlarda yapılmaktadır. Eleğin en önemli elemanı elek tabanıdır. Bunlar gözenek şekillerine göre; çıta tabanlı, saç tabanlı, tarak tabanlı, örgü ve ızgara tabanlı elekler olarak da sınıflandırılmaktadır.



Şekil 12: Elekler.

1.1.8.5 Yongaların Tutkallanması

Levha kalitesini, ağaç türünün yanı sıra, büyük ölçüde yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Levhalarda yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir (Usta, 2011).

Yonga levhanın üretiminde yongaların üniform bir şekilde tutkalllanması levha özellikleri açısından önemlidir. Yongaların tutkallanmasında yonga yüzeyi ile sıvı tutkal arasındaki oran önemlidir. Yonga kalınlığı arttıkça ve tutkal zerresinin çapı küçüldükçe yongada meydana gelen noktasal yapışma artarsa da yonga boyutlarının çok fazla büyümesi levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini kötüleştirir (Karakuş, 2007).

1.1.8.6 Tutkal Çözeltisinin Hazırlanması

Üre formaldehit tutkalı genellikle %57-65 katı madde miktarında sulu çözelti halinde satılmaktadır. Tutkallama sırasında homojen bir dağılım sağlamak için %45-55 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalı beyaz renkte olup, özgül ağırlığı 1,23-1,29 g/cm³ tür. Tutkal çözeltisinin pH' sı 7,5-9 arasında değişmekte olup depolama süresi 25 °C de 1 ay veya 20 °C de 2 ay kadardır.

Tutkal, sertleştirici ve su ayrı ayrı dozaj tanklarından bir pompa yardımıyla bir kapın içine basılı veya statikmiksele basılarak burada birbirlerine karışması sağlanır. Karışım buradan enjektörlere gelir ve blendırın içinden geçen yongaya püskürtülür. Yüzey ve orta tabaka için ayrı ayrı konsantrasyonlarda tutkal çözeltisi hazırlanır. Parafin gibi su itici maddeler ise dozaj tankından direkt olarak bir pompa ve enjektör yardımıyla blendır girişine verilir. Şekil 13' te tutkal hazırlama işleminde kullanılan tutkal mutfağı görülmektedir.



Şekil 13: Tutkal mutfağı.

1.1.8.7. Yonga Serme İşlemi

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojen bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazır hale getirilmesi yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek hata, levhanın fiziksel özelliklerinin ve özellikle özgül ağırlığının değişmesine, buna bağlı olarak da uygun preslemenin yapılmamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıktaki değişiklikler, levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. serme işleminde amaç mümkün olduğunca uniform bir taslak elde etmektir. Yonga levhalarda özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1986).

Serilen yonga keçesinin kalınlığı, levha kalınlığının 3-20 misli olmaktadır. Bu kalınlığın oluşturulmasında yongaların tipleri ve kullanılan ağaç türleri rol oynar. Çünkü keçe kalınlığı ile levha kalınlığı arasındaki ilişki yonga büyüklüklerine ve ağacın veya ağaç türleri karışımının özgül ağırlıklarına geniş çapta bağlı bulunmaktadır.

Serme makineleri genel olarak 3 sisteme göre çalışmaktadır;

- a. Dökme Sistemi: Novapan olarak bilinen bu sistemde, 3 tabakalı bir levha için en az 3 serme başlığı kullanılır. Bunlardan ikisi dış tabakalarda, diğeri orta tabakada kullanılacak olan yongaların serilmesinde kullanılır.
- b. Rüzgarlama Sistemi: Düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek çalışan bu sistemde, ağırlığı fazla olan yongalar daha yakına, az olanlar ise daha uzağa olmak üzere, serme başlıklarının altında bulunan sonsuz banda veya transport saçlarına düşürülürler. Bu şekilde taslağın enine kesitinde, taslağın ortasına kadar inceden kalına doğru kademesiz geçiş sağlanır. Taslağın diğer yanının oluşması için de birincinin aksi yönde hava püskürtülerek taslak tamamlanır. Bison sistemi olarak da bilinmektedir.
- c. Savurma Sistemi: bu sistemde de yongalar Bison sistemine benzer şekilde bant üzerine düşmektedirler, fakat burada hava yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması söz konusudur. Yongalar kinetik enerjilerine göre az veya çok yol alarak, bant üzerine düşerler (Bozkurt ve Göker 1986).



Şekil 14: Serme ünitesi.

1.1.8.8 Presleme

Yongalar çeşitli serme sistemlerinden biriyle serilerek çok gevşek ve kalın bir keçe oluşturulur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 katı kadar olmaktadır. Bu gevşek haldeki kecenin herhangi bir şekilde sarsılması durumunda ince yonga parçacıklarının alt kısımda toplanmasına neden olmaktadır. Bu durum levhaların görünüşlerinde bozukluklar meydana getirdiği gibi mekanik özelliklerde de farklılıklar yaratırlar. Soğuk ve sıcak olmak üzere iki tip presleme tekniği uygulanmaktadır. Levha taslağı, doğrudan sıcak prese verilirse, pres katları arasındaki açıklık artmakta, dolayısıyla, presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır Soğuk pres aynı zamanda ön pres olarak nitelendirilmektedir.

1.1.8.8.1 Ön Presleme (Soğuk Pres)

Şekillendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga taslağı soğuk preste sıkıştırılır. Soğuk pres sadece levhanın sıkıştırılmasını sağlamakla kalmaz, ayrıca hava çıkışını sağlar (Şekil 15). Yonga levha taslağı soğuk presleme ye tabi tutulmayıp doğrudan sıcak preslemeyle tabi tutulursa presin kapanması esnasında yüzey düzgünlüğünü sağlayan küçük boyutlu yongalar uçarak yer değiştirirler. Bunun sonucunda üretilen levhalar da yüzey düzgünlüğü bozulmuş olur. Soğuk preslenmiş taslağın sıcak prese verilmesinde transport saçlarına ve pres saçlarına gerek kalmaz. Bunun için ön preste basıncın 15-20 kp/cm² olması gerekir (Güler, 2001).



Şekil 15: Ön pres.

Soğuk presleme işleminin amaçları;

1. Yonga keçesi oluştururken kenarları düzgün bir şekilde korumak,
2. Yan alma işlemlerinde zayıyatı azaltmak,
3. Yüzey ve orta tabakaların birbiriyle daha iyi kenetlenmesini sağlamak,
4. Levha keçesinin sıcak preslere taşınması sırasında sarsıntı sonucu meydana gelebilecek yonga kaymalarını önlemek ve sıcak presin kapanma süresini kısaltmaktır.

1.1.8.8.2 Sıcak Presleme

Levha taslağı, yonga levha özelliğini ancak sıcak preslerde kazanır. Taslak, sıcak preste istenilen levha kalınlığına kadar sıcaklık altında sıkıştırılır. Bu sırada, sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzemenin elde edilmesi sağlanır (Usta, 2011).

Tek katlı preslerde her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenirken çok katlı preslerde pres katlarının sayısı 4-22 arasında değişir (Şekil 16). Preslerde (tek veya çok katlı) basınç hidrolik olarak sağlanır. Pres plakaları sıcak su, buhar, kızgın yağ ya da yüksek frekans ile ısıtılabilir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türüne bağlı olarak 150–220 °C arasında değişir. Süre tutkalın sertleşme süresi ve levhanın kalınlığına göre 3–7 dakika arasında olmaktadır (Akbulut, 2000).

Presin kapanma süresi (pres plakalarının taslağı levha kalınlığına kadar sıkıştırması için geçen süre) levha direnç özellikleri bakımından önemlidir. Bu sürenin kısa olması yüzey tabakalarının normalden daha yüksek yoğunlukta, orta tabakanın ise daha düşük yoğunlukta olmasını sağlar. Bu durum, yüzey düzgünlüğü ve eğilme direnci bakımından faydalıdır. Fakat yüzeye dik çekme direnci olumsuz etkilenir. Spesifik basınç, sıcaklık ve sürenin yetersiz olması levhaların patlamasına neden olur. Preslemede kullanılan pres tabakalarının ise termik ve mekanik olmak üzere iki görevi bulunmaktadır. Termik görevi; levha taslağını ısıtarak tutkalın sertleşmesini sağlamaktır. Mekanik görevi ise ön görülen sıcaklığa kadar sıkıştırmaktır (Karakuş, 2007).



Şekil 16: Katlı pres.

Sürekli (continue) preslerde bilgisayar odasındaki operatör, bilgisayara preste uygulanacak sıcaklığı, basıncı, presleme faktörü gibi değerleri girerek sistemin otomatik olarak yürümesini sağlamakta ve monitörden üretimi devamlı olarak kontrol altında tutmaktadır (Şekil 17). Sürekli presleri katlı preslerden ayıran en önemli özellik üretimin kesintisiz olmasıdır. Sürekli sistemde taslak prese girmeden önce boyutlandırılmamakta, presten sonra yer alan daire testere levhayı standart uzunluklarda kesmektedir (Ayrılmış, 2000).



Şekil 17: Continue Pres.

1.1.8.9 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler

Pres ve presten önceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhaların fiziksel ve Mekanik özelliklerin istenilen şartlarda olmasını sağlar. Bu elde edilen şartların korunması ve üretilen levhalara estetik katılması açısından levhalar üzerinde pres sonrası işlemler uygulanmalıdır.

1.1.8.10 Levhaların Klimatize Edilmesi

Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70 °C'nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üretilen formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç değerlerinde düşüş görülmektedir. Bu nedenle üretilen formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir (Şekil 18). Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemekten dolayı bir sakınca oluşmamaktadır (Güler, 2001).

Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar; 1. Levhanın sıcaklığının dengelenmesi sağlanır. 2. Levhanın denge rutubetine ulaştırılması sağlanır. 3. Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir. 4. Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve Mekanik özelliklerde değişimler meydana gelir.

Presten çıkan levhanın sıcaklığı 100 °C civarındadır. Levhalar soğurken dış yüzeyler hızlı, orta tabakalarda ise yavaş ısı kaybı meydana gelmektedir. Ayrıca, soğuma ile birlikte orta tabakanın rutubet kaybı dış tabakaya doğru ilerlemektedir. Bu olaylar levhaların iç kısmında bir daralmaya, dış kısımlarda ise rutubet alarak genişlemeye neden olabilmektedir. Bu nedenle presten çıkan levhalar yıldız soğutucularda 35-45 °C ye kadar soğutulur.



Şekil 18: Yıldız soğutucu.

1.1.8.11 Boyutlandırma

Boyutlandırma işlemi preslemeden sonra veya klimatize işleminden sonra yapılabilir.

1.1.8.12 Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildirler. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için zımparalama makineleri ile zımparalanır. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra levha tek geçişte her iki yüzü de zımparalanmış olarak çıkar. Genellikle 4 adet zımpara makinesi kullanılır. Bu makinelerde 60-80-100-120 kum zımpara bantları kullanılır (Şekil 19).



Şekil 19: Zımpara makinası.

1.1.8.13 Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması

Yıldız soğutucudan levhalar istif halinde çıkar. Bu istifler düzgün zemin üzerine Şekil 20’de görüldüğü gibi istiflenir. Bu şekilde minimum bir gün bekletildikten sonra zımparalama işlemine geçilir. Zımparada belirlenmiş kalite standartlarına göre levhalar, 1. kalite, 2. kalite ve standart dışı olarak sınıflara ayrılır. Levhalar depolarda zımparalandıktan sonra düz bir altlığın üzerine üst üste konarak istiflenir.



Şekil 20: İstifleme.

1.1.9 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

TS EN 326-1 Ahşap Esaslı Levhalar- Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi: Bu standart, ahşap esaslı levhaların özellikleri hakkında bilgi elde etmek için deney numunelerinin seçimi, kesimi, deney sonuçlarının gösterilmesinde bazı kuralları kapsar.

TS EN 326-3 Ahşap Esaslı Levhalar- Numune Alma, Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi: Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartları uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır.

TS EN 312-1 Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler: Bu standart, kaplanmamış yonga levhaların bütün tiplerinin bazı özellikleri ile ilgili şartları kapsar.

TS EN 312-3 Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 3: Kuru Şartlarda, Kapalı Ortamlarda Kullanılan (mobilya dahil) Yonga Levhaların Özellikleri: Bu standart, kuru şartlarda (Havadaki rutubet oranının yılın yalnızca birkaç haftasında %65' i geçtiği ve sıcaklığın 20°C olduğu bir ortam) kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özelliklerini kapsar.

TS EN 322 Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar. Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır.

TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar- Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini: Bu standart, anama kalınlığı 3 mm ye eşit ve 3mm de daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir. Elastikiyet

modülü, kuvvet-sehim diyagramının doğru oranlık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir.

TS EN 317 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini: Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar.

TS EN 319 Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Levha Yüzeyine dik Çekme Dayanımının Tayini: Bu standart, yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeyine dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir.

TS EN 320 Lif Levhalar- Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini: Türk standartları enstitüsünün yonga levhaların vida tutma kabiliyetinin ölçülmesine dair bir standardı olmadığından dolayı lif levhalarla ilgili bu standart esaslarına göre yonga levha deneyleri yapılmıştır. Bu standart, lif levhaların vida tutma kabiliyetinin tayini metodunu kapsar. Deney parçasının yüzey ve kenarlarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma kabiliyeti tayin edilir.

Avrupa’da kullanılan yonga levha ve lif levha ile ilgili bazı standartlar ise;

- EN 310 Wood- based panels- Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength
- EN 317 Particleboards and fiberboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water
- EN 319 Particleboards and fiberboards- Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board
- EN 320 Fiberboards- Determination of resistance to axial withdrawal of screws
- EN 322 Wood- based panels- Determination of moisture content

- EN 326-1 Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection- Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results
- EN 326-3 Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection- Part 3: Inspection of a consignment of panels



BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Odun Hammaddesi

Ahşap esaslı levhalarının üretiminde kullanılacak hammaddelerin teknik ve ekonomik yönden uygun olması üretim maliyetleri açısından önemlidir. Kullanılacak hammadde üretim şartlarına uygun olarak seçilmelidir. Ülkemizde yonga levha üretiminde yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar belirli oranlarda karıştırılmak suretiyle üretime verilmektedir.

Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan yapraklı ve iğne yapraklı yonga karışımı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Samsun Yonga Levha Fabrikasında Palmann yongalama makinası PHT 520 - 1050 model yongalayıcıdan elde edilmiştir. Çalışmada kullanılacak olan odun karışımını laboratuvar ortamında homojen bir şekilde elde etmek mümkün değildir. Bu tesisten temin edilen yongaların karışım oranı; %30 iğne yapraklı ağaç yongaları, %35 yapraklı ağaç (Kayın, Gürgen) yongaları, %35 kavak şeklindedir.

Bu çalışmada kullanılmak üzere üretilcek yonga levhaların yonga karışımı Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Anabilim Dalı Laboratuvarında bazı işlemlerden geçirilerek üretime hazır hale getirilmiştir.

2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Bu çalışma için üretilen Yonga levhalarda Üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Üre formaldehit Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tutkal fabrikasından temin edilmiştir. Kullanılan üre formaldehit tutkallarının özellikleri aşağıda Tablo 8' de gösterilmiştir.

Tablo 8: Yongaların tutkallanmasında kullanılan ÜF tutkalının özellikleri.

Özellikler	Değerler
Çözelti (%)	62±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,26-1,28
pH (25 °C)	7,5-8,5
Viskozite (Dın/cPs 22°)	250-300
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	28-33
Kullanma süresi (gün)	30
Akışkanlık süresi (s, 20 °C)	60-75
Serbest CH ₂ O (max.) %	0,22

2.1.3 Sertleştirici Maddeler

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20' lik amonyum klorür (NH₄Cl) çözeltisi kullanılmıştır (Tablo 9). Tutkal ağırlığına göre %2 oranında sertleştirici kullanılmıştır.

Tablo 9: Sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri

Özellikler	Değerler
Çözelti (%)	20±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,05
pH (20 °C)	6,30

2.2 Yöntem

2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi

Levha üretiminde kullanılan yongaların laboratuvar şartlarında üretilmesi uzun bir süre gerektirdiğinden Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. den hazır olarak alınan yongalar %30 ibreli, %35 yapraklı, %35 kavak odun yongası karışımı şeklinde üretimde kullanılmıştır.

2.2.2 Yongaların Kurutulması

Levha üretiminde kullanılacak yongaların rutubetleri %5- 6 civarında olduğundan kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Yongalar 120 °C ki etüv içerisinde iki saat bekletilerek rutubetleri %1,5 – 3 aralığına indirilmiştir (Şekil 21).

Yongaların kurutulmasında ki amaç presleme esnasında yüksek rutubetten dolayı levhada patlak oluşumunu önlemektir, ayrıca tutkallamada da problem yaratmaktadır. Bu çalışmada farklı yonga sıcaklıklarında tutkallama yaparak levhalar üretileceğinden uygun rutubetteki yongalar istenilen sıcaklık değerlerine kadar etüv içerisinde bekletilmiştir.



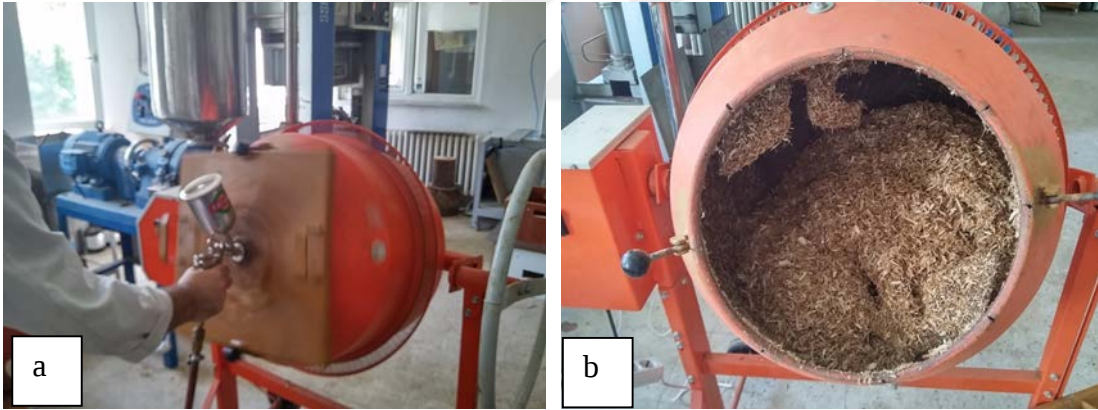
Şekil 21: Yongaların 120 °C' de ısıtılması.

2.2.3 Yongaların Tutkallanması

Yongaların tutkallanması amacıyla %62' lik üre formaldehit E-1 tutkalı ve sertleştirici olarak da %20'lik amonyum klörür çözeltisi kullanılmıştır. Levhaların üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının miktarı tam kuru yonga ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Tam kuru yonga ağırlığına göre %10 katı tutkal kullanılmıştır. Her bir levha için 250 gr sıvı tutkal, 5 gr'da sertleştirici kullanılmıştır. Farklı sıcaklık da ki yongalara (25,30,35,40,50,55 °C) bu tutkal karışımı tek tek uygulanmıştır.

Tutkallama işlemi 2 karıştırma koluna sahip beton mikseri içerisinde yapılmıştır. Bu makinede motora bağlı milin dönmesi ile birlikte dönme hareketi karıştırıcı kazanın kenarındaki dişlilere iletilmektedir. Bu sayede kazanın dönmesi ile birlikte karıştırıcı kollar yongaları sürekli olarak karıştırmaktadır. Kullanılan karıştırıcı 50 dev/dk dönüş hızına ve 220 volt 50 Hz- 0,60 kW özelliklerine sahiptir.

Tutkal püskürtme işlemi 1,7 µm gözenek çapına sahip boya tabancası ile yapılmaktadır. Boya tabancasının alt kısmındaki aparat kompresör hortumuna takılmaktadır. Kompresörden tabancaya 6 kg/cm² lik bir basınç uygulanmakta olup, bu basınç tutkal çözeltisinin yoğunluğuna ve tutkallama hızına bağlı olarak ayarlanmaktadır. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama süresi uzun tutulmalıdır. Tutkallama süresi kullanılan tutkalın özelliğine ve basınca bağlı olarak 5-10 dk. arasında değişmektedir. Tutkallama işleminin sonunda tutkalı yongaların rutubetleri ayrı ayrı belirlenerek alt-üst ve orta tabaka için serme ağırlığı saptanır (Şekil 22). Tutkallama sonrası yonga rutubeti yaklaşık %5-9 arasındadır.



Şekil 22: a. Yongaların tutkallanması, b. Tutkallanmış yongalar.

2.2.4 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme

Levha taslağının hazırlanmasında 40x40 cm boyutlarında ahşap şekillendirme kalıbı kullanılmıştır. Levhalar tek tabakalı üretildiğinden sadece orta tabaka yongaları kullanılmıştır. Levha taslağının hazırlanmasında 2 mm kalınlığa sahip pres sacı kullanılmıştır. Levha taslağının saclara yapışmasını önlemek amacıyla sacın yüzeyi yanmaz özelliğe sahip kağıt yardımıyla kapatılmıştır. Alt ve üst kısımları açık olan kare biçimindeki çerçeve (kalıp) üzerinde yanmaz kağıt bulunan pres sacı üzerine

yerleştirildikten sonra, tutkallanmış yongalar serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılır. Sıkıştırma işlemi el ile ya da ayak ile bastırma şeklinde yapılmış olup, bu işlem ön pres adını almaktadır (Şekil 23). Daha sonra çerçeve kenarlarından tutularak yavaşça taslağı hareket ettirmemek koşulu ile kaldırılmıştır. Bu işlemden sonra taslağın üst yüzeyine yanmaz kağıtlar yerleştirilmiştir. Daha sonra taslağın üst kısmına diğer pres sacı yerleştirilerek taslak düzgün bir şekilde, sarsıntı olmadan pres plakaları arasına preslenmek üzere elle konulmuştur.



Şekil 23: Levha taslağı.

2.2.5 Sıcak Pres

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres pistonu altta olup, 180 bar kapasiteli ve 60x60 cm ebatlarında tablolara sahiptir. Deneme levhalarının üretimde; pres basıncı 35-40-45 kg/cm², pres süresi 5 dakika ve pres sıcaklığı 180±3 °C olarak uygulanmıştır. Pres koşulları ile ilgili değişikler preste bulunan kumanda paneli ile yapılmıştır (Şekil 24). Pres plakaları arasında plakaların her bir kenarında toplam 4 adet olmak üzere 16,18 mm. kalınlığında kalınlık çıtası kullanılmıştır. Kalınlık çıtaları arasında boşluklar bırakılarak presleme sırasında gaz çıkışı kolaylaştırılmıştır.



Şekil 24: Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi ve preslenmesi.

Tablo 10’da deneme levhalarının üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının kullanım oranı ve yonga sıcaklıkları görülmektedir.

Tablo 10: Levha gruplarının özellikleri.

Levha Grubu	Levha sayısı	Katı Madde (%)	Tutkal Türü	Tutkal Kullanım Oranı (%) (Orta Tabaka)	Yonga Sıcaklığı °C
A	3	0,62	UF	10	26
B	3	0,62	UF	10	30
C	3	0,62	UF	10	35
D	3	0,62	UF	10	40
E	3	0,62	UF	10	50
F	3	0,62	UF	10	55

Tablo 11’de deneme levhalarının üretim şartları görülmektedir.

Tablo 11: Deneme levhalarının üretim şartları.

Kalınlık (mm)	16
Levha boyutları (mm)	400x400
Orta tabaka (%)	100
Pres basınç (N/mm ²)	2,5-3,5
Pres sıcaklığı (°C)	170-180
Pres zamanı (dakika)	5
Gruplarda üretilen levha miktarı	3

2.2.6 Presleme Sonrası İşlemler

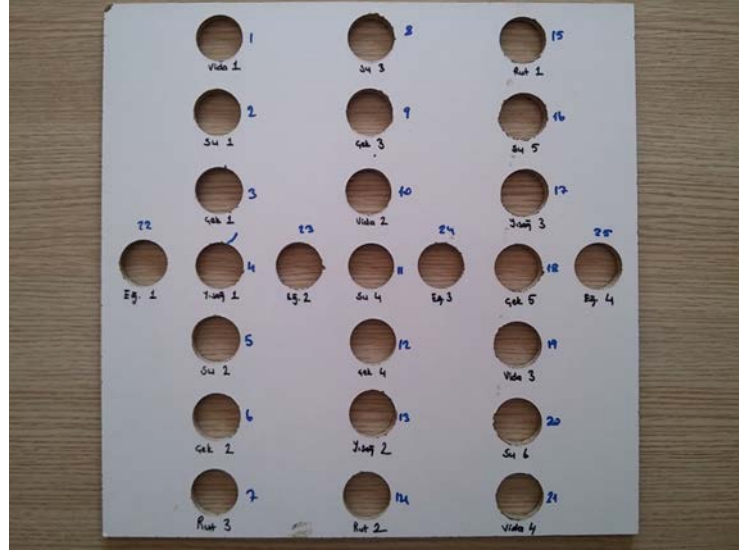
Presleme işlemi sonucunda elde edilen levha pres sacı arasından alınarak soğumak üzere, levhalar arasına çıtalar konularak bir biri üzerine yerleştirilmiştir. Levhalar soğuyuncaya kadar bu şekilde istifte bekletilmiştir. Daha sonra tamamen soğuyan levhalar, sıcaklığı $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ ve bağıl nemi $\%65\pm 5$ olan iklimlendirme dolabında bir hafta süre ile TS 642- ISO 554 (1997)' de belirtilen esaslara göre klimatize edilmiştir. Klimatize edilen levhalar yapılacak olan testler için gerekli örnek boyutlarında kesilmiştir (Şekil 25).



Şekil 25: Üretilmiş levha grupları.

2.2.7 Numaralandırma ve Boyutlandırma

Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit edebilmek için standartlarda belirtilen ölçülerde boyutlandırma işlemi yapılmıştır. Boyutlandırmadan önce levhalar gruplandırılıp deney numunesi kesilecek bölgeler numaralandırılmıştır. Eğilme elastikiyet deneyi, çekme direnci deneyi, vida tutma deneyi, levha rutubeti deneyi, yüzey sağlamlığı deneyi, su alma deneyi ve yoğunluk tayininde kullanılmak üzere levhalardan örnekler kesilmiştir (Şekil 26).



Şekil 26: Numune hazırlama şablonu.

2.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Fiziksel ve mekanik özellikler Tablo 12’de verilen standartlara göre belirlenmiştir.

Tablo 12. Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü	EN-310
Bütün levha tipleri için genel özellikler	EN 312-1
Kuru Şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özellikleri	EN 312-3
Su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodu	EN 317
Yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayini metodu	EN 319
Vida tutma dayanımı metodu	EN 320
Levhaların birim hacim ağırlıklarının tayini	EN 322
Deney numunelerinin seçimi metodu	EN 326-1
Sevk edilen levhaların muayenesi	EN 326-3

BÖLÜM 3

BULGULAR VE İRDELEME

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırma sonucu ortaya çıkan fiziksel özelliklere ait su alma, yoğunluk ve rutubet ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Yoğunluk

Deney örneklerinin kontrollerinde hava kurusu yoğunluk değerleri TS EN 323'e göre belirlenmiş olup bunlara ait sonuçlar Tablo 13'te verilmiştir.

Tablo 13: Levhaların yoğunluk (özellik kütle) değerlerine ait bulgular.

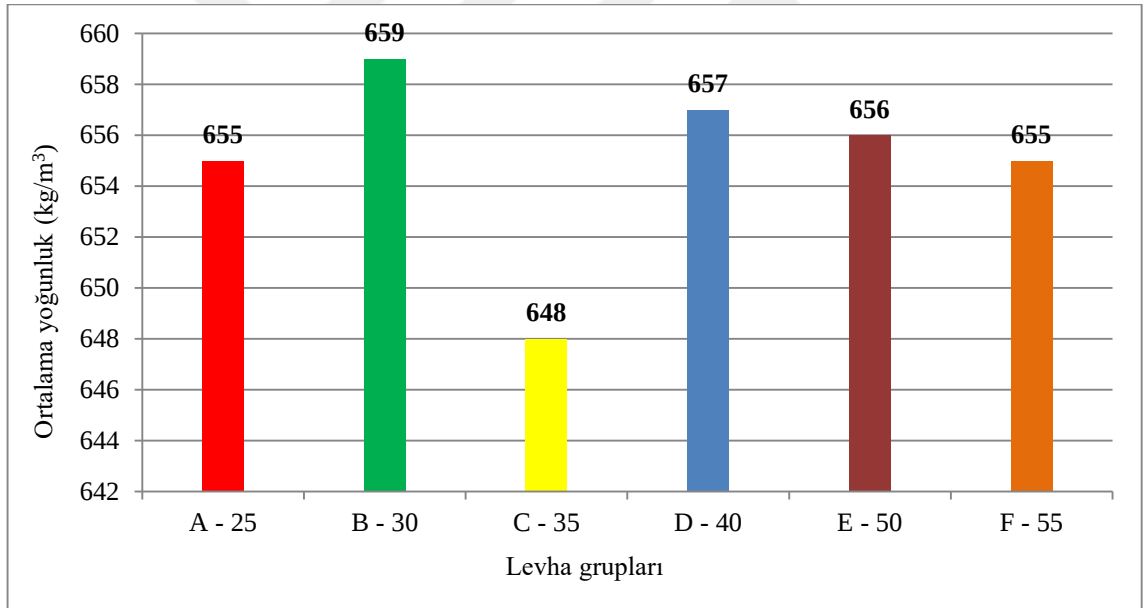
Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Yoğunluk Değerleri (kg/m ³)					
A	25	655	650	656	655	657	655
B	30	654	646	675	662	657	659
C	35	650	645	652	660	652	648
D	40	659	656	653	664	649	657
E	50	662	651	658	657	655	656
F	55	651	664	652	662	645	655
Ort. Yoğunluk (kg/m ³)		655	652	658	660	653	655

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 650 kg/m³'tür. Yoğunluklar laboratuvar ortamında serme işlemi yapıldığından dolayı değişkenlik göstermiştir. Yoğunluklar 648-659 kg/m³ arasında değişkenlik göstermektedir. Fakat bununla beraber levhalar arasında hedeflenen yoğunluk değerlerinde önemli bir sapma olmadığı ifade edilebilir. TS EN 312

(2005)'e göre levhadaki ortalama yoğunluk sapması ± 10 olarak belirtilmektedir. Tablo 11 incelendiğinde yoğunluk değerlerinde sapmaların ± 1 arasında değiştiği görülmektedir.

İstek ve Sıradağ (2013) yapmış oldukları çalışmada yonga levhalarda yoğunluk değişiminin ± 10 'dan fazla olmasının levha özelliklerini istatistiksel olarak anlamlı etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda elde ettiğimiz değerler ele alındığında, hedeflenen özgül ağırlık değerinden sapmanın ± 10 'un altında olduğu görülmektedir.

Şekil 27'de görüldüğü gibi yoğunluklar belirli bir düzene göre değişmeyip laboratuvar ortamında serme işlemi el yordamıyla yapıldığı için yoğunluk değişimi gerçekleşmiştir. Yoğunluk değerleri istenen değer üzerinde gelmiş olup, sadece bir sonuç 648 kg/m^3 gelerek minimum değer olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 27: Levhaların ortalama yoğunluk değerleri.

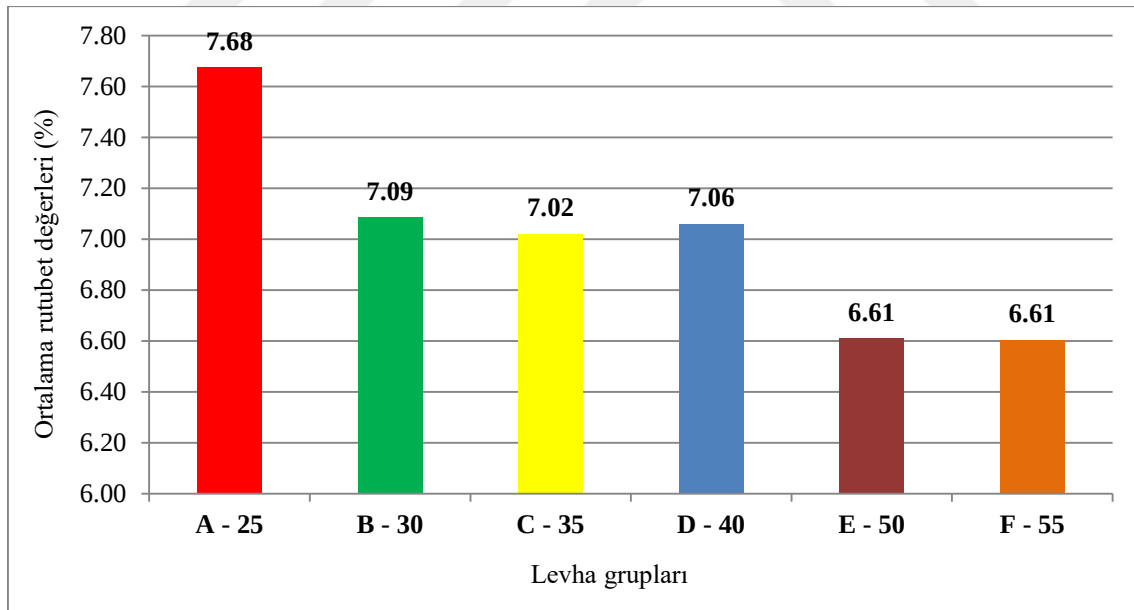
3.1.2 Rutubet

TS EN 322 standardına göre yapılan rutubet ölçüm sonuçlarına göre aşağıdaki tabloda gösterilen değerler elde edilmiştir (Tablo 14).

Tablo 14: Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Rutubet 1 (%)	Rutubet 2 (%)	Rutubet 3 (%)	Ort. Rutubet (%)
A	25	7,745	7,555	7,715	7,675
B	30	7,15	6,95	7,15	7,085
C	35	6,59	6,975	7,49	7,02
D	40	7,245	6,73	7,205	7,06
E	50	6,81	6,47	6,555	6,61
F	55	6,85	6,41	6,56	6,605

Yonga sıcaklığı 50 – 55°C olduğundaki rutubet değerleri diğer yonga sıcaklıklarındakinden daha düşüktür. TS EN 312 (2005) no’lu standarda göre yonga levhanın rutubet miktarı %5-13 arasında olması istenmektedir. Deneme levhalarının rutubeti %6,37-8,1 arasında çıkmıştır. Levhaların rutubet miktarı standartta belirtilen şarta uymaktadır.



Şekil 28: Levhaların ortalama rutubet değerleri.

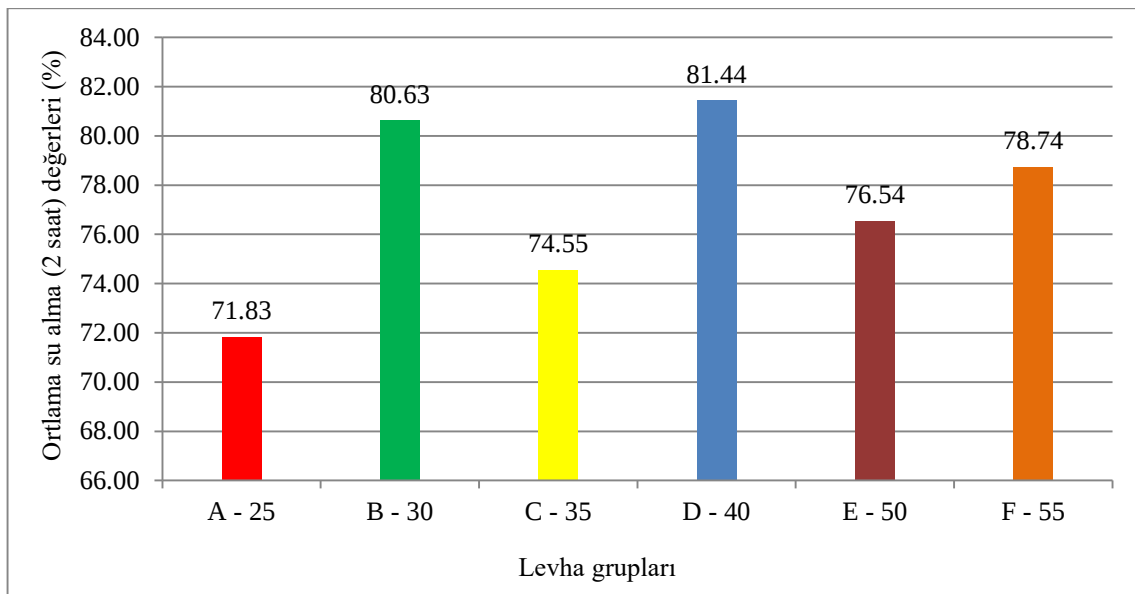
3.1.3 Su Alma (2 Saat)

TS EN 317 (1999) standardına göre yapılan su alma (2 saat) testine ait sonuçlar Tablo 15'te verilmiştir.

Tablo 15: Levhaların su alma (2 saat) değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Su Alma 1 (%)	Su Alma 2 (%)	Su Alma 3 (%)	Su Alma 4 (%)	Su Alma 5 (%)	Su Alma 6 (%)	Ort. Su Alma (%)
A	25	70,84	62,12	84,35	62,67	76,67	74,17	71,83
B	30	85,31	77,97	80,87	75,56	82,49	81,61	80,63
C	35	83,63	75,50	70,43	76,39	68,67	72,64	74,55
D	40	79,92	77,72	92,42	75,53	81,51	81,54	81,44
E	50	67,01	74,04	79,58	70,58	78,26	89,90	76,54
F	55	78,40	72,69	86,47	69,54	83,36	82,00	78,74

Tablo 15 incelendiğinde yonga sıcaklığı değişimlerinin 2 saatlik su alma değerleri üzerinde doğrusal bir etkisi olmadığı görülmektedir. En düşük su alma değeri %71,83 ile 25 °C' de tespit edilirken, en yüksek değer %81,44 ile 40 °C' de gerçekleşmiştir.



Şekil 29: Levhaların ortalama su alma (2 saat) değerleri.

Grafikte görüldüğü gibi ortalama su alma değerleri TS EN 317 ye göre kabul edilen % 95 değerinin altında çıkmıştır. Yonga sıcaklığındaki değişimin levha su alma değerleri üzerinde çok fazla bir etkisi olmadığı görülmektedir. En iyi değer 25 °C deki yonga sıcaklığında olduğu görülmüştür.

3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular

Deneyler sonucu elde edilen mekanik özelliklere ait eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey sağlamlığı ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

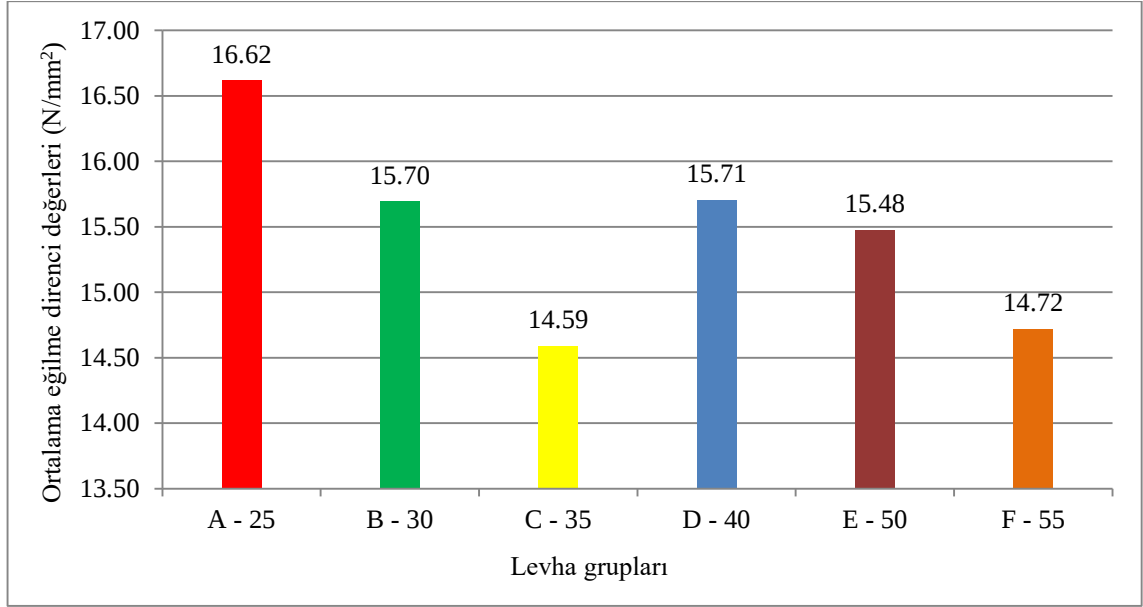
3.2.1 Eğilme Direnci

TS EN 310 standardına göre yapılan eğilme direnci sonuçları Tablo 16’da verilmiştir. Tablo 16’ya göre tüm levha gruplarının ortalama değerleri TS EN 312-2 de belirtilen minimum değer olan 10 N/mm²’nin üzerindedir.

Tablo 16: Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Eğilme Direnci 1 (N/mm ²)	Eğilme Direnci 2 (N/mm ²)	Eğilme Direnci 3 (N/mm ²)	Eğilme Direnci 4 (N/mm ²)	Ort. Eğilme Direnci (N/mm ²)
A	25	17,16	16,95	17,75	14,61	16,62
B	30	13,26	17,54	17,54	14,46	15,70
C	35	15,44	16,37	14,63	11,93	14,59
D	40	15,88	17,95	17,41	11,62	15,71
E	50	14,94	15,79	16,60	14,58	15,48
F	55	13,94	15,24	16,41	13,31	14,72

Şekil 30’da verilen ortalama eğilme direnci değerleri incelendiğinde, en düşük değer 14,59 N/mm² ile 35 °C yonga sıcaklığında, en yüksek değer ise 16,62 N/mm² ile 25 °C deki yonga sıcaklığında elde edildiği görülmüştür. Ayrıca değişen yonga sıcaklıkları ile eğilme direnci değerleri arasında doğrusal bir ilişki olmadığı görülmektedir.



Şekil 30: Levhaların ortalama eğilme direnci değeri.

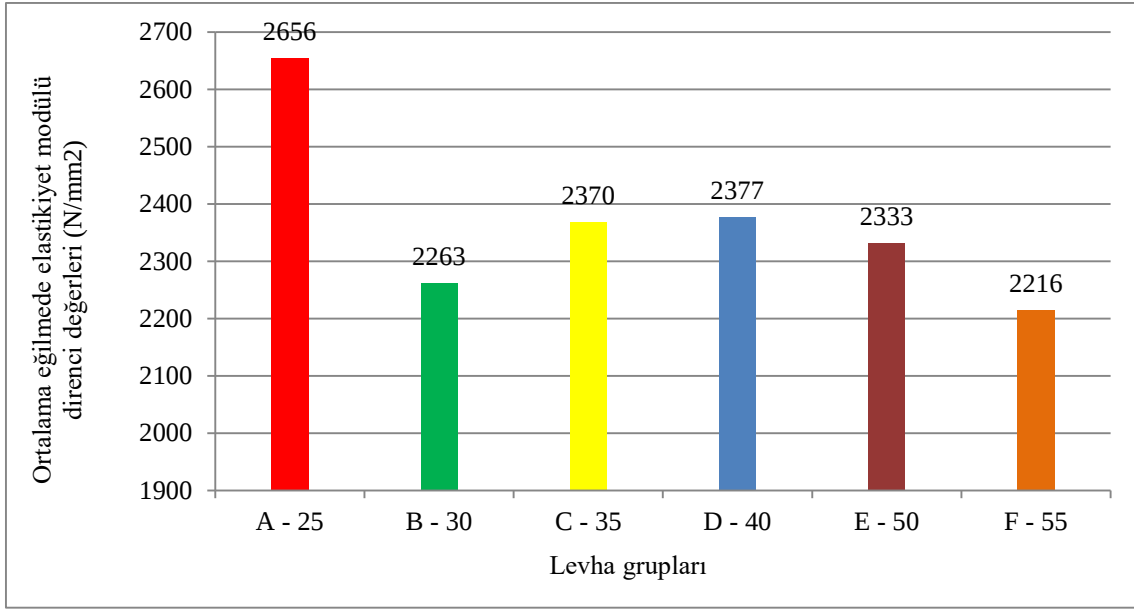
3.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci

Levhaların eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine ait bulgular Tablo 17’de verilmiştir. Levha gruplarına ait en düşük değer 2216 N/mm² olup, bu değer TS EN 312-2 standardında belirlenmiş olan 1600 N/mm² değerinin üzerindedir.

Tablo 17: Levhaların eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Eğilmede Elastikiyet Mod. Dir. 1 (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Mod. Dir. 2 (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Mod. Dir. 3 (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Mod. Dir. 4 (N/mm ²)	Ort. Eğilmede Elastikiyet Mod. Dir. (N/mm ²)
A	25	2721	2876	2764	2262	2656
B	30	1999	2517	2485	2049	2263
C	35	2609	2516	2139	2214	2370
D	40	2407	2562	2480	2057	2377
E	50	2062	2484	2651	2133	2333
F	55	2263	2481	2365	1755	2216

Şekil 31 incelendiğinde en düşük eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri 2216 N/mm² ile 55 °C sıcaklığa sahip yongalardan elde edilen levhalarda görülürken, en yüksek değer 2656 N/mm² ile 25 °C yongalar kullanılarak üretilen levhalarda tespit edilmiştir. Ortalama sonuç 2369 N/mm² olup standart değerden yaklaşık % 48 oranında yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca eğilme direnci değerlerine benzer şekilde eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin de yonga sıcaklığına bağlı olarak doğrusal şekilde değişmediği görülmektedir.



Şekil 31: Levhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri.

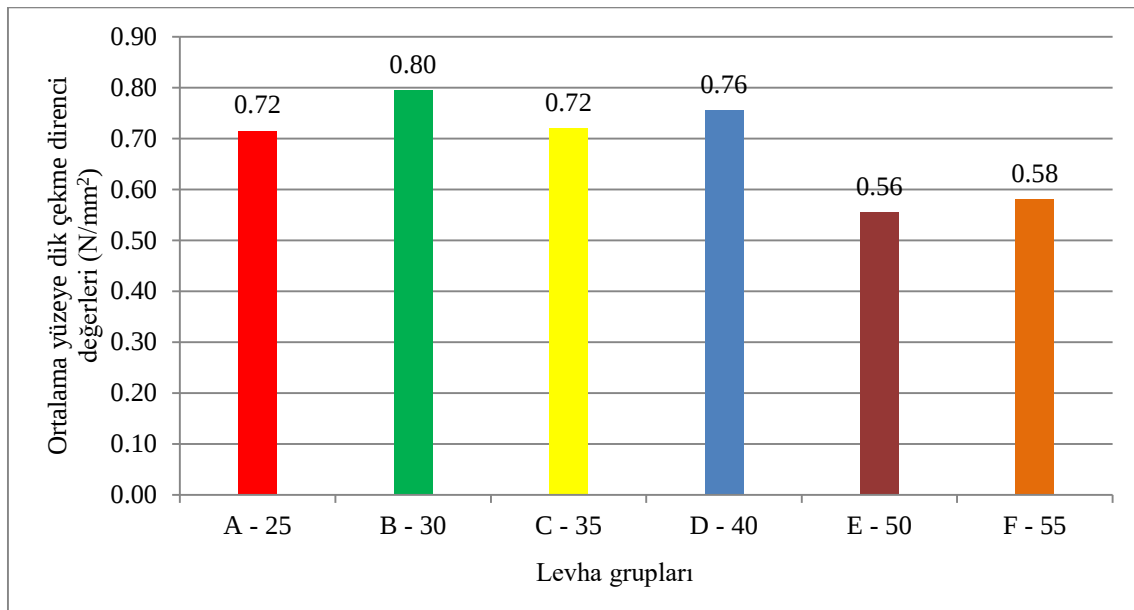
3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri Tablo 18’de verilmiştir. Elde edilen sonuçların TS EN 312-2 de belirtilmiş olan 0,30 N/mm² değerinden yüksek olduğu görülmektedir. Ortalama sonuç 0,70 N/mm² olup standart değer % 133 üzerindedir.

Tablo 18: Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Yüzeye Dik Çekme Dir.1 (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Dir.2 (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Dir.3 (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Dir. 4 (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Dir. 5 (N/mm ²)	Ort. Yüzeye Dik Çekme Dir. (N/mm ²)
A	25	0,70	0,62	0,79	0,85	0,72	0,73
B	30	0,79	0,71	0,84	0,94	0,80	0,82
C	35	0,65	0,68	0,83	0,82	0,72	0,74
D	40	0,82	0,73	0,75	0,82	0,76	0,77
E	50	0,68	0,57	0,48	0,58	0,56	0,57
F	55	0,60	0,61	0,54	0,59	0,58	0,59

Şekil 30 incelendiğinde en düşük değer 0,56 N/mm² ile 50 °C sıcaklığa sahip yongalardan üretilen levhalarda tespit edilirken, en yüksek yüzeye dik çekme direnci değeri ise 0,80 N/mm² ile 30 °C olduğu görülmektedir. Sıcaklığı 50 °C ve 55 °C olan yongalardan elde edilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri ortalaması 0,58 N/mm² olup, bu değer tüm numunelerin ortalama yüzeye dik çekme değerinden % 21 daha düşük olduğu görülmektedir.



Şekil 32: Levhaların ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

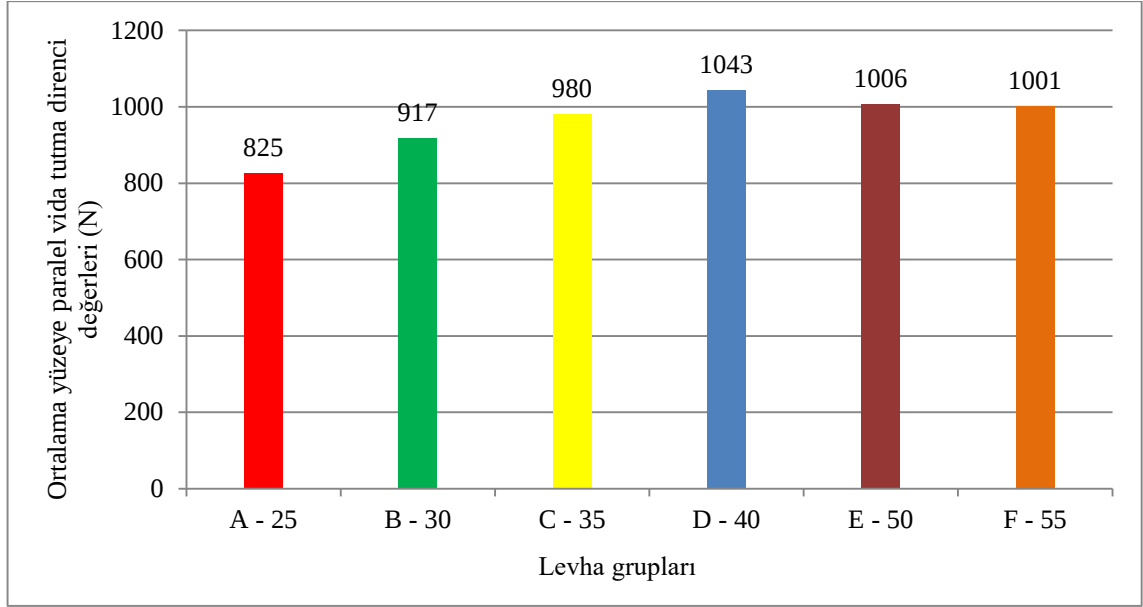
3.2.4 Yüzeye Paralel Vida Tutma Direnci

TS EN 320 metoduna göre yapılan yüzeye paralel vida tutma direnci deney sonuçları Tablo 19’da verilmiştir.

Tablo 19: Levhaların yüzeye paralel vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Yüzeye Paralel Vida Tutma Dir. 1 (N)	Yüzeye Paralel Vida Tutma Dir. 2 (N)	Yüzeye Paralel Vida Tutma Dir. 3 (N)	Yüzeye Paralel Vida Tutma Dir. 4 (N)	Ort. Yüzeye Paralel Vida Tutma Dir. (N)
A	25	854	830	875	742	825
B	30	939	915	1034	781	917
C	35	949	1070	1013	890	980
D	40	1057	1052	1015	1050	1043
E	50	966	1128	995	937	1006
F	55	1065	1095	1030	813	1001

Şekil 33 incelendiğinde vida tutma değerlerinin 450 N olan standart değerın üzerinde olduğu görülmektedir. En düşük vida tutma direnç değeri 825 N ile 25°C sıcaklıktaki yongalardan elde edilen levhalarda görülürken, en yüksek vida tutma direnci değeri ise 1043N ile 40 °C sıcaklıktaki yongalardan elde edilen levhalarda tespit edilmiştir. Yüzeye paralel vida tutma direnci levha içerisindeki yongaların birbirleriyle temas gücüne bağlıdır. Temas gücünü etkileyen faktörler kullanılan odun karışımı, tutkal çözeltisinin katı madde oranı, serme tipi ve sıcak preste gerçekleşen sıkıştırma oranıdır.



Şekil 33: Levhaların ortalama yüzeye paralel vida tutma direnci değerleri.

3.2.5 Yüzey Sağlamlığı

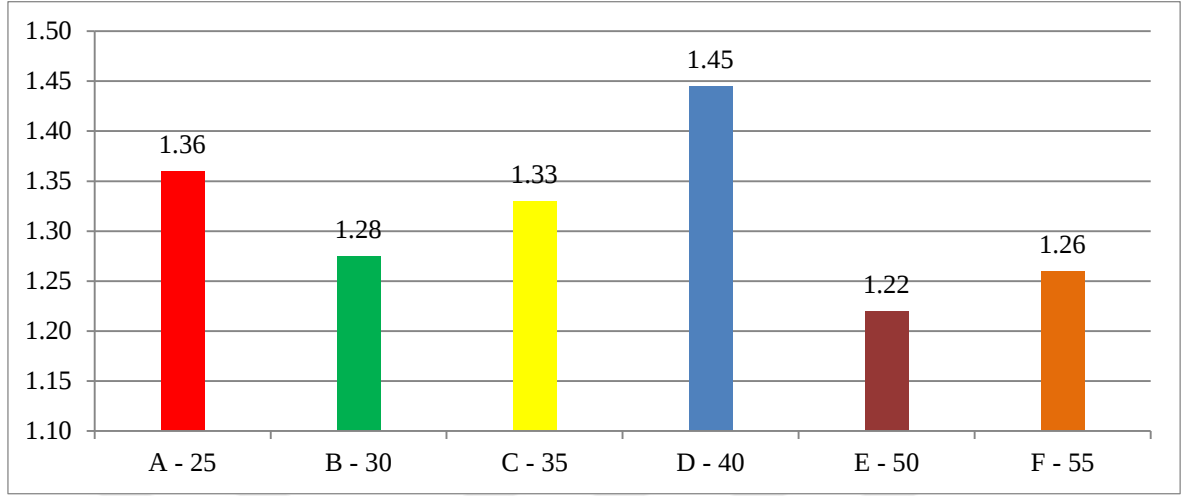
TS EN 311 test metoduna göre yapılan yüzey sağlamlığı deney sonuçları Tablo 20’de verilmiştir. Tüm sonuçlar TS EN 312-2 standardın da belirtilen 0,80 N/mm²’nin üzerinde değerler sahiptir.

Tablo 20: Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.

Deney No	Yonga Sıcaklığı (°C)	Yüzey Sağlamlığı 1 (N/mm ²)	Yüzey Sağlamlığı 2 (N/mm ²)	Yüzey Sağlamlığı 3 (N/mm ²)	Ort. Yüzey Sağlamlığı (N/mm ²)
A	25	1,33	1,44	1,33	1,36
B	30	1,41	1,36	1,06	1,28
C	35	1,21	1,43	1,36	1,33
D	40	1,40	1,53	1,41	1,45
E	50	1,06	1,31	1,31	1,22
F	55	1,30	1,32	1,20	1,26

Şekil 34 incelendiğinde minimum değer 1,22 N/mm² ile 50°C sıcaklıktaki yongalardan elde edilen levhalarda görülürken, en yüksek değer 1,45 N/mm² ile 40°C sıcaklıktaki

yongalardan elde edilen levhalarda görülmüştür. Yüzey sağlamlığı direnci yonga sıcaklık değerlerine bağlı olarak düzenli bir dağılım göstermemektedir.



Şekil 34: Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Bütün üretim faaliyetlerinde olduğu gibi yonga levha üretiminde de düşük maliyetle yüksek kalite de ürün üretmek esastır. Üreticiler yüksek kârlılık elde edebilmek ve serbest piyasa koşullarında rekabet gücünü artırabilmek için maliyetler ve yüksek kalite üzerinde yoğunlaşmışlardır.

Yüksek kalitede de üretim ise yüksek maliyetlerle ürün üretmekle değil en düşük maliyette müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla sağlamaktadırlar. Düşük maliyetle yüksek kaliteyi ise müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı ürünler üretmekle gerçekleştirmektedir

Bu çalışmada yonga sıcaklıkları değiştirilerek yapılan tutkallama işleminin üretilen levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi incelenmiştir. Yonga levha kullanımında müşteri memnuniyetini en çok ilgilendiren konu çekme direnci ve vida tutma değerlerinin yüksek olması, yani istenilen kalitede olmasıdır. Tutkallama sırasında yonga sıcaklığının 40 °C ve altındaki şartlarda üretilen levhalarda çekme direncinin yüksek olduğu görülmüştür. Bu durumda tutkal tüketiminin azaldığı ve levha kalitesinin arttığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla belirtilen sıcaklıklarda çalışıldığında standartlara uygun çekme dirençlerinin sağlanacağını görülmüştür. Bu durum tutkal tüketimi azaldığından levha üretim maliyetleri ni de düşürecektir.

Yapılan çalışmalarla yonga levhaların tutkallama öncesi ideal yonga sıcaklığı belirlenmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

1. Levha yoğunluk değerlerinde yonga sıcaklığı ile ilgili düzenli bir değişim görülmemiştir.

2. Deneme levhalarının rutubet değerlerine bakıldığında yonga sıcaklığı 50 – 55 °C olduğunda üretilen levhaların presten çıkış rutubetinin ortalama % 6,6 ile en düşük değerde olduğu görülmüştür.
3. Yonga sıcaklığının değişmesi ile levhaların su alma değerlerinde herhangi bir değişiklik görülmemiştir.
4. Yonga sıcaklığına bağlı olarak eğilme direncinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.
5. Deneme levhalarının elastiklik modülü değerleri yonga sıcaklığının 25°C olduğu levhalarda en yüksek 2655 N/mm² olarak bulunmuştur. Ancak genel itibari ile yonga sıcaklığına bağlı olarak elastikiyet modülünün düzenli olarak değişmediği görülmüştür.
6. Levhaların yüzeye dik çekme direnci 25, 30, 35, 40 °C deki yonga sıcaklığında çıkan sonuçlar birbirine yakın değerde olup ortalama çekme direnci 0,76 N/mm²'dir. Ancak 50, 55°C yonga sıcaklığındaki levhaların çekme direncinin düştüğü görülmüş ve bu değer ortalama 0,57 N/mm² olarak bulunmuştur.
7. Levhaların vida tutma direnci TS EN 320 standardına göre yapılmış olup 25°C deki yongalardan üretilen levhaların ortalama vida tutma direnci 838 N bulunmuştur. 30°C deki levhaların ortalama vida tutma direnci 917 N, diğer sıcaklıklarda ki yongalardan üretilen levhaların ortalama vida tutma dirençleri 1007 N olarak tespit edilmiştir. Vida tutma direnci yonga sıcaklığına bağlı olarak düzenli bir değişim göstermemiştir.
8. Yonga levhaların yüzey sağlamlık değerlerinin tutkallama öncesi yonga sıcaklık değişimine bağlı olarak değişmediği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak;

Tutkallama işlemi ile beraber kondenzasyon işlemi başlamaktadır. Yonga sıcaklığına bağlı olarak sıcaklık arttıkça tutkalın sertleşmesi (kondenzasyon) hızlanmaktadır. Çalışmamızda kullanılan yonga sıcaklığı 25 – 55 C° ye kadar yükselmektedir. Bu durumda 25 C° de meydana gelen kondenzasyon derecesi ile 50 – 55 C° deki kondenzasyon derecesinde farklılık olacaktır. Yüksek sıcaklıklarda kondenzasyon hızlandığından dolayı yapışmalar meydana gelmekte, serme işleminde homojen sermemeye neden olmaktadır. Bu durum levhada yoğunluk farklarına neden olmaktadır.

4.2 Öneriler

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında; Tutkallama öncesi yonga sıcaklıklarının 35-40 °C nin uygun olduğu tespit edilmiştir. Üretimlerde kullanılan tutkallama sistemleri de göz önüne alınarak yonga sıcaklıklarının bu seviyelerde kullanılması tavsiye edilir. 50- 55 °C deki yonga sıcaklıklarında tutkallama sonrası yongalarda topaklanmaya neden olmakta, tutkal tüketimini artırmakta ve levha direncini düşürmektedir. Dolayısıyla tutkallama öncesi yonga sıcaklığının belirli sıcaklıklarının üzerine çıkmaması önerilir. Yatay enjektörlü tutkallama sistemleri kullanılan tesislerde 40 °C ve altındaki yonga sıcaklığında üretim yapılması tavsiye edilir. Bu şartlarda levhaların çekme direncinin iyileşeceği, tutkal sarfiyatının azalacağı ve buna bağlı olarak da maliyetlerin düşeceği görülecektir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T., (1995). Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akbulut, T., (2000). Yonga Levha Endüstrisi, *Laminart*, (7) : 112-119
- Alma, M., H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ., Tutus, A., (2004). Properties of cotton carpel-based particleboard. *Industrial Crops and Products*, 22, 141-149.
- Arslan, M.B., Karakuş, B. ve Güntekin, E., (2007). Tarımsal Atıklardan Lif ve Yonga Levha Üretimi. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 9 (12): 54-62
- Ashori A., Nourbakhsh A., (2008). Effect of Pres Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Underutilized LowQuality Materials. *Industrial Crops and Products*, 28, 225-230.
- Aydın, A., (2005). Sahil Çamı İbrelerinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları. Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Batalla, L., Nunez, A., J., Marcovich, N., E., (2005). Particleboards from Peanut-Shell Flour. Published online in *Wiley Interscience*, 97, 916-923.
- Bektaş, İ., Güler, C., Kalaycıoğlu, H., (2002). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) Saplarından Üre- Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha Üretimi. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5 (2): 49-55
- Biçer, A. (2014). Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-Cmc) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı, Bartın,
- Blanchet, P., Clastier, A., Riedl, B., (2000). Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues. *Wood Science and Technology*, 34, 11-19.
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y., (1990). *Yonga levha Endüstrisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3311, Orman Fakültesi Yayın No: 372, İstanbul
- Bozkurt, A.Y.,Göker, Y., (1985), *Yonga Levha Endüstrisi*, İstanbul Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 263s.
- Chen, T.T., Soong, H.D., Tsai, C.T., (2006). Effects of *Radiata Pine Bark* on Properties of Particleboard. *Forest Products Industries*, 25(2):133-142.
- Chow, P., Janoviak, J.J., and Price, E.W., (1996). The Internal Bond and Shear Strength of Hardwood Veneered Particleboard Composites. *Wood and Fiber Science*, 18 (1): 99-106.

- Çakmak, E. (2008). Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga Levhaların Yanma Direncinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük,
- Çöpür, Y., Güler, C., Akgül, M., Taşcıoğlu, C., (2007). Some chemical properties of hazelnut husk and its suitability for particleboard production. *Building and Environment*, 42, 2568-2572.
- Dayanıklıoğlu, S. (2004), Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul.
- Demirel, S., (2006). Özgül Ağırlık Profili İle Yonga levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Deppe, E., Ernst, K., (1964), *Tecnologie der Spanplatten*. Holz-Zentralblatt Verlag-Gmbh, Stuttgart.
- Deppe, H. and Ernst, K. (1964) *Technologie des Spanplatten*, Holz-Zentralblatt Verlags, GmbH, Stuttgart.
- Ganapathy, P., M., (1997). *Sources of non wood fibre for paper board and panels production status trends and prospects for india*. Asia-Pacific sector outlook study working paper series, 10, 19-24.
- Göker, Y. (1978), *Türkiye’ de Kontrplak, Kontrtabla Yongalevhaları Sanayi, Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar*, İ.Ü. Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul.
- Göker, Y. ve Akbulut, T. (1992). Yonga levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler. “Orenko 92” I. *Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi*, Bildiri Metinleri 1. Cilt, Trabzon 269-287.
- Göker, Y., (2000), Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yonga Levhaların Kullanım Yerleri, *Laminart*, 7:128-133s.
- Göker, Y., Kantay, R., ve Kurtoglu, A., (1984), *Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yonga levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar*. İ.Ü. Orman Fak. Yayın No: 367, İstanbul.
- Grexa, O., ve Lübke, H., (2001). Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter. *Polymer Degradation and Stability*, 74 (3):183-191.
- Güler C., Bektas, İ., Kalaycıoğlu H., (2006). The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.), *Forest Prod. J.* 56: 56-60.

- Güler, C., Ozen, R. (2004). Some properties of particleboards made from cotton stalks (*Gossypium hirsutum* L.), *Holz als Roh- und Werkstoff*, 62:40-43.
- Gümüşkaya, İ., Dünya’da ve Türkiye’de Yonga Levha Tüketim Yerleri, *K.T.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 5,2 (1982), 257-268
- Gündüz, G., Masraf, Y., (2005). Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yonga levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7, 8, 58-69.
- Hayes, M., (2005). *Agricultural Residues: A promising alternative to virgin wood fiber*, www.woodconsumption.org
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., (1985). *Forest Products and Wood Science on Introduction*. The Lawa Satate University Pres/Ames.
- Huş, S., (1979). Teknolojik Faktörlerin Yonga levhanın Özellikleri Üzerine Etkisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29,2.
- Işık, H. (2014) Alkil Keten Dimer Kimyasalının Yonga levhada Parafine İkame olarak Kullanımının Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Düzce, 11 s.
- İstek, A. ve Sıradağ, H. (2013). The effect of density on particleboard properties. *ICFS, International Caucasion Forestry Symposium*. Artvin, pp: 932-938.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Odunlarının Yonga levha Üretiminde Kullanılması İmkânları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Trabzon 132 s.
- Kollmann, F., Kuenzi, E.W., Stam, A.S., (1975), *Principles of Wood Science and Tecnology*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork.
- Lee, W., and Chung, G. (1984) Effect of pres Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard, *Journal of Korean Forestry Society*, 63, 5 pp. 12-20.
- Lynam, F.C., (1969). Particleboard Manufacture and Aplications. Presmedia Books LTD., U.K.
- Maloney, T., (1977). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco-California.
- Mantanis, G., Nakos, P., Berns, J., Rigal, L., (2000). *Turning Agricultural straw residues into value-added composite products: A new environmentally friendly technology*. Wood Technologist Siempelkamp Co. Siempelkampstr, 75, 47803 s. Germany.
- Merev N., (2003), *Odun Anatomisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Yayın No:209, Trabzon

- Muszynski, Z., Macnatt, J.D., (1984). Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland. *Forest Products Journal*, 34, 1, 28-35.
- Ndazi, B., Tesha, J., V., Karlsson, S., Bisanda, E., T., N., (2006). Production of rice husks composites with Acacia mimosa tannin-based resin. *J.Mater Science*, 41, 6978-6983.
- Ndazi, B., Tesha, J., V., Karlsson, S., Bisanda, E., T., N., (2006). Some opportunities and challenges of producing bio-composites from non-wood residues. *J.Mater Science*, 44, 6984-6990.
- Nemli, G., (2003), *Sentetik Laminat Endüstrisi*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları Ders Teksirleri Seri No: 71, Trabzon
- Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ., (2002). Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yonga Levhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehid Oranına Etkisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 52, 2, 73-83.
- Nemli, G., Demirel, S., Gümüşkaya, E., Aslan, M., Acar, C., (2009). Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium Perene L.*) in Particleboard Composites. *Waste Management*, 29, 1129-1131.
- Nemli, G., Kırıcı, H. ve Temiz, A., (2004). Influence of Impregnating Wood Partieles with Mimosa Bark Extraction Some Properties of Particleboard. *Industrial Crops and Products*, 20, 3 339-344.
- Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B., Ay, N., (2003). Suitability of Kiwi (*Actinidia Sinensis Planch*) Prunings for Particleboard Manufacturing. *Industrial Crops and Products*, 17, 3946.
- Ntalos, G., A., Grigoriou, A., H., (2002). Characterization and utilisation of vine prunings as a wood substitute for particleboard production. *Industrial Crops and Products*, 16, 59-68.
- Örs, Y., Keskin, H., (2001), *Ağaç Malzeme Bilgisi*, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul
- Özen, R., (1980), *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*, KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon.
- Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H. (2007), *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*, KTÜ Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği.
- Papadopoulos, A., Traboulay, J. and Hill, C.A.S. (2002). One layer experimental particleboard from coconut chips (*Cocos nucifera L.*), Holz als Roh- und Werkstoff, 60 : 394-396.
- Pasillias, C.N. ve Voulgaridis, E.V., (1999). Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from *Aleppo Pine* Leaves and Bark Applied to Wood. *Holzforschung*, 53 151-155.

- Roffael, E., Dix, B., (1994) Influence of the wood properties of some poplar clones on utilization, *Forstarchiv*, 65(2): 43-53.
- Seller, T., Miller, G., D., Fuller, M., J., Broder, J., G., Loper, R., R., (2005). Lignocellulosic-based composites made of core from kenaf an annual agricultural crop. www.ersac.emn.edu
- Sivrikaya, H., (2008). Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10-13, 66-70
- TOBB, (2012). *Yonga ve Lif Levha Sektörü*. Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, TOBB Yayın Sıra No: 2013/188 Ankara.
- Var, A.A., Yıldız, Ü.C., Kalaycıoğlu, H., (2002). Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1302-7085, 19-38.
- Wellons, J.D., Kralimer, R.L., (1973). Selfbonding in Bark Composites. *Wood Science*, 6 (2):112-122.
- Wu, Q. (2001). Comparative properties of bagasse particleboard. Pages 277-284 in Mei C., Zhou X., Sun D., Zheng Y., Xu X. eds. *Proc. Symposium on Utilization of Agricultural and Forestry Residues*, October 31-November 3. Nanjing Forestry University, Nanjing, China.
- Wood Based Panels -2014 WBPI
- Xu, J., Sugawara, R., Widyorini, R., Han, G., Kawai, S., (2004). Manufacture and properties of low-density binderless particleboard from kenaf core. *Journal of Wood Science*, 50, 62-57.
- Yaman, A. (2006). Türkiye’de Orman Ürünleri Sektörünün Sorunları, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, Sayı:70, Sayfa: 308-310, Ocak-Şubat 2006.
- Yemele M.C.N., Blanchet P., ve Cloutier, A., (2008). Effect of Bark Content and Particle Geometry on The Physical and mechanical Properties of Particleboard Made from Black Spruce and Trembling Aspen bark. *Forest Products Journal*, 58, 11, 48-56.
- Yemele M.C.N., Koubaa A. ve Diouf, P.N., (2008). Effect of Hot-Water Treatment of Black Spruce and Trembling Aspen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleboard. *Wood and Fiber Science*, 40 (3): 339-35.
- 1898 Utilization. *Forstarchiv*, 65,2, 43-53; With English tables and figures.; 27 ref.

EKLER

Ek A. Deney levhalarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ham veriler

DENEY NO.	SICAKLIK (°C)	ORT. YOĞ. (kg/m ³)	ORT. RUT. (%)	ORT. SU ALMA (%)	ORT. EĞİLME (N/mm ²)	ORT. ELASTİKLİK (N/mm ²)	ORT. ÇEKME (N/mm ²)	ORT. VİDA TUTMA (N)	ORT. VİDA TUTMA (N/mm ²)
A	25	655	7,68	71,83	16,62	2656	0,73	825	1,36
B	30	659	7,09	80,63	15,70	2263	0,82	917	1,28
C	35	648	7,02	74,55	14,59	2370	0,74	980	1,33
D	40	657	7,06	81,44	15,71	2377	0,77	1043	1,45
E	50	656	6,61	76,54	15,48	2333	0,57	1006	1,22
F	55	655	6,61	78,74	14,72	2216	0,59	1001	1,26
ORTALAMA		655	7,01	80,31	13,42	2078	0,69	869	1,27
STD. SAPMA		0,00	-0,09	0,11	-0,24	-0,28	-0,06	0,05	-0,07

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Özgür YİĞİTTAP
Doğum Yeri ve Tarihi : Artvin 29.04.1978

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi (Zonguldak Karaelmas), Bartın
Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi :

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Intermediate)
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar :
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar :
Projeler ve Kurs Belgeleri :
Çalıştığı Kurumlar : Yontaş A.Ş. 2003 – 2005
Yıldız Entegre A.Ş. 2005 – 2008
Vezir Ağaç A.Ş. 2008 – 2010
Kastamonu Entegre A.Ş. 2010-Devam Ediyor

İletişim

E-Posta Adresi : oyigittap@keas.com.tr
Tarih : 12/12/2016(Tez sınav tarihi)

