



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ
OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

HAZIRLAYAN

MURAT GÖZALAN

DANIŞMAN

DOÇ.DR.BÜLENT KAYGIN

BARTIN-2016



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ
OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Murat GÖZALAN

JÜRİ ÜYELERİ

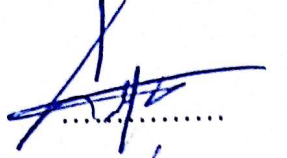
Danışman : Doç.Dr. Bülent KAYGIN - Bartın Üniversitesi
Üye : Doç.Dr. Gökhan GÜNDÜZ - Bartın Üniversitesi
Üye : Doç.Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL - Karabük Üniversitesi

BARTIN-2016

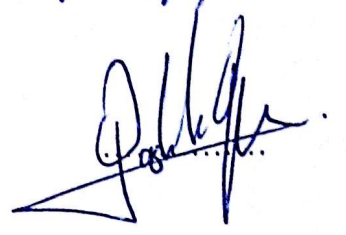
KABUL VE ONAY

Murat GÖZALAN tarafından hazırlanan “YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR” başlıklı bu çalışma, 17.06.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Bülent KAYGIN (Danışman)



Üye : Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ



Üye : Doç. Dr. Hamiyet ŞAHİN KOL



Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

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

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Bülent KAYGIN danışmanlığında hazırlamış olduğum "YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR" 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.

17.06.2016

Murat GÖZALAN



ÖNSÖZ

“YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR” 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 Doç. Dr. Bülent KAYGIN’ a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında değerli bilgilerini ve desteklerini esirgemeyen Kastamonu Samsun Fabrikalar Direktörü Sayın Enes KOÇ’a, Kastamonu Yonga Levha Fabrikası İşletme Müdürü Sayın Ufuk AYDIN’a, İşletme Şefi Sayın Fatih ŞAHİN’e, deney numunelerinin hazırlanmasında ve deneylerinin yapılmasında büyük emeği geçen Laboratuvar Sorumlusu Sayın Sadık AKTAŞ’a ve tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürü borç bilirim.

Tez çalışmam süresince her zaman desteğini gördüğüm ve tavsiyelerinden yararlandığım özellikle tez yazım aşamasında büyük yardım gösteren değerli arkadaşım AR-GE Mühendisi Sayın Aziz BİÇER’e çok teşekkür ederim.

Bu çalışma sırasında, yanımda oldukları için manevi yönden destek veren sevgili eşim İlknur ve canım kızlarım Sena ve Berra’ya tüm kalbimle teşekkür ederim.

Murat GÖZALAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YONGA LEVHALARDA PARAFİN KULLANIM MİKTARININ OPTİMİZASYONU ÜZERİNE ARAŞTIRMALAR

Murat GÖZALAN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Bülent KAYGIN

Bartın-2016, sayfa: XVII + 117

Bu çalışmada çeşitli miktarlarda parafin verilen 18 mm 580 kg/m³ yonga levhalarda fiziksel ve mekanik özelliklerdeki değişimler incelenmiştir. Yonga levha üretiminde maliyet kalemlerinden biri olan parafin katkı maddesinin optimum kullanım miktarı tespit edilerek, gereksiz maliyetlerden kaçınılması amaçlanmıştır. Bu amaçla parafin verilmeyen kontrol levhası üretilmiştir. Daha sonra levhaların orta ve üst tabakasına, sadece orta tabakasına ve üst tabakasına kademeli bir azalmayla çeşitli miktarlarda parafin verilmiştir. Sırasıyla 450, 300, 150 ve 50 ml/dk miktarlarında parafin verilen levha numuneleri, TS EN standartlarına göre Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu Yonga Levha Fabrikası Laboratuvarında testler yapılmıştır. Levhaların fiziksel özelliklerinden yoğunluk, rutubet, şişme (24 saat), su alma (24 saat), yüzey absorpsiyonu değerleri; mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey sağlamlığı direnci değerlerindeki değişim aralıkları incelenmiştir. Bununla beraber bu parafin miktarlarının yonga levha maliyetine olan etkisi araştırılmıştır.

Bu araştırma sonucunda parafin miktarının değiştirilmesi veya verilmemesi sonucu levhanın fiziksel mekanik değerlerinden rutubet, şişme (24 saat) ve su alma (24 saat) hariç

TS EN standartlarında ortaya konulmuş olan değerlere aykırı bir sonuç ortaya çıkmamaktadır.

Anahtar Kelimeler

Yonga levha; parafin; yonga levhaların fiziksel özellikleri; yonga levhaların mekanik özellikleri; yonga levha test yöntemleri.

Bilim Kodu

502.08.02



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

STUDIES ON OPTIMIZATION OF PARAFFIN USING AMOUNT IN PARTICLE BOARDS

Murat GÖZALAN

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Bülent KAYGIN

Bartın-2016, Pp: XVII + 117

In this study, changes in the physical and mechanic properties are studied at 18mm 580 kg/m³ particle boards given various amounts of paraffin. It is aimed to avoid unnecessary costs of paraffin, one of the cost item in the production of particle board, by determining the optimal amount of use. For this purpose, paraffin-free control sheet is produced. Then, various amounts of paraffin is given to only middle and top layer of sheet gradually. Respectively, sheet specimen given paraffin 450, 300, 150 and 50 ml/min. is tested at Kastamonu Entegre Particle Board Plant Laboratory according to TS EN. The physical properties of the sheet, density, humidity, swelling (24 hours), getting water (24 hours), surface absorption and mechanic properties, bending resistance ,modulus of elasticity, internal bond strength, screw holding strength and surface strength resistance is analyzed at intervals. However, the effect of the amount of paraffin particle board cost was investigated.

At the end of the study, the result of changing the amount of paraffin or not giving, except humidity, swelling (24 hours) and getting water (24 hours) of physical mechanic values of sheet is not against to TS EN standards.

Key Words

Particle board; paraffin; physical properties of particle boards; mechanic properties of particle boards; particle board test methods.

Science Code

502.08.02



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	1
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
1.2 Yonga Levha Endüstrisi	2
1.2.1 Yonga Levhanın Tanımı.....	2
1.2.2 Yonga Levha Endüstrisinin Gelişimi.....	4
1.2.3 Yonga Levhaların Sınıflandırılması	6
1.2.3.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması.....	6
1.2.3.2 Yonga Levhaların TS EN 309'a Göre Sınıflandırılması.....	8
1.2.4 Yonga Levhaların Genel Özellikleri	10
1.2.5 Yonga Levhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler.....	11
1.2.5.1 Ağaç Türü.....	11
1.2.5.2 Ekstraktif Maddeler.....	11
1.2.5.3 Permeabilite.....	12
1.2.5.4 Kabuk.....	12
1.2.5.5 Odunun Rutubet Miktarı.....	12
1.2.5.6 Yonga Tipi ve Geometrisi.....	12
1.2.5.7 Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı.....	13
1.2.5.8 Katkı Maddeleri.....	13
1.2.5.9 Yonga Levhanın Özgöl ağırlığı.....	13
1.2.5.10 Özgöl Ağırlık Profili.....	13
1.2.5.11 Presleme Şartları.....	14
1.2.6 Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler	14

	<u>Sayfa</u>
1.2.6.1 Hammaddeler.....	14
1.2.6.2 Tutkal.....	18
1.2.6.3 Katkı Maddeleri.....	27
1.2.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi	30
1.2.7.1 Yongalama.....	31
1.2.7.2 Kurutma.....	34
1.2.7.3 Eleme (Tasnif)	37
1.2.7.4 Depolama.....	38
1.2.7.5 Tutkallama.....	39
1.2.7.6 Serme.....	41
1.2.7.7 Presleme.....	41
1.2.7.8 Klimatize Etme.....	43
1.2.7.9 Boyutlandırma.....	44
1.2.7.10 Zımparalama.....	45
1.2.7.11 Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırma.....	46
1.3 Parafin ve Özellikleri.....	46
1.3.1 Yonga Levha Üretiminde Parafin Kullanılması	50
 BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	 53
2.1 Materyal.....	53
2.1.1 Deneme Levhaları.....	53
2.1.2 Parafin.....	71
2.1.3 Deneme Levha Grupları ve Parafin Kullanım Miktarları	72
2.1.4 Deneme Levhalarında Test Numunelerinin Kesilmesi	74
2.1.5 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini	75
2.1.5.1 Fiziksel Özelliklerin Tayini	75
2.1.5.2 Mekanik Özelliklerin Tayini.....	75
 BÖLÜM 3 BULGULAR VE İRDELEME	 82
3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular	82
3.1.1 Yoğunluk.....	82

	<u>Sayfa</u>
3.1.2 Rutubet.....	83
3.1.3 Şişme (24 Saat).....	85
3.1.4 Su Alma (24 Saat)	86
3.1.5 Yüzey Absorbsiyonu	88
3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular.....	89
3.2.1 Eğilme Direnci.....	89
3.2.2 Elastikiyet Modülü	91
3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	93
3.2.4 Vida Tutma Direnci	94
3.2.5 Yüzey Sağlamlığı.....	96
BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	99
4.1 Sonuçlar.....	99
4.2 Öneriler.....	104
KAYNAKLAR.....	108
ÖZGEÇMİŞ.....	118

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Yonga levha genel görünüşü.....	3
2. Yonga levha üretim teknolojisi	30
3. Kaba yongalama makinası (Drum Chipper)	31
4. Kaba yongalamada odunun liflere dik yönde kesilmesi	32
5. Chipslerin genel görünümü	32
6. İnceltici değirmen genel görünüşü	33
7. İnceltici değirmenin yongalama metodu.....	33
8. Chipsin yonga haline getirilmesi.....	34
9. Döner silindirik kurutma makinası genel görünüşü.....	37
10. Mekanik elek.....	38
11. Depolama amacıyla kullanılan silolar.....	39
12. Tutkallama ünitesi genel görünüşü.	40
13. Tutkallama makinası genel görünüşü.....	41
14. Katlı pres (Multi opening press) genel görünüşü.....	43
15. Yıldız soğutma genel görünüşü.....	44
16. Ebatlama ünitesi genel görünüşü	45
17. Zımpara makinası genel görünüşü	46
18. Sert parafin	48
19. Chipper kaba yongalama makinası	54
20. Chipsler	54
21. Chips siloları dış görünüş.....	54
22. Diskli (Dyna-Screen) elek.....	55
23. Diskli elek chips tasnifi.....	55
24. İnceltici değirmenler	56
25. Kurutma besleme siloları.	57
26. Yonga levha tesisi kurutma ünitesi	57
27. Yonga Levha Tesisi kurutma ünitesi	58
28. Yonga/talaş tasnif elekleri.....	58
29. Elek Fraksiyonları	59
30. Kuru yonga/talaş silosu	59

Şekil	Sayfa
No	No
31. Tutkallama makinası	61
32. Serme makinası	64
33. Serme makinası şematik görünümü	64
34. Serme çıkışı levha taslağı.....	65
35. Ön pres girişi levha taslağı.....	66
36. Ön pres	66
37. Ön pres çıkışı levha taslak görünümü	67
38. Katlı pres	67
39. Pres basınç-zaman diyagramı.....	68
40. Pres çıkışı ham levha.....	69
41. Yıldız soğutucu	70
42. Ebatlama ünitesi	70
43. Zımpara makinası.....	71
44. Parafin hattı	72
45. Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri,.....	74
46. Test parçalarının kesim planı	74
47. Levhaların yoğunluk değerleri.	83
48. Levhaların rutubet değerleri.	84
49. Levhaların şişme (24 saat) değerleri.	86
50. Levhaların su alma (24 saat) değerleri.	87
51. Levhaların yüzey absorbsiyon değerleri.	89
52. Levhaların eğilme direnci değerleri.	91
53. Levhaların elastikiyet modülü değerleri.....	92
54. Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri.	94
55. Levhaların vida tutma direnci değerleri.....	93
56. Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri.	98

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Yonga levha endüstrisinde kullanılan maddeler.	15
2. Üre Formaldehit tutkalının özellikleri.....	60
3. OT tutkal çözelti reçetesi.	61
4. ÜT tutkal çözelti reçetesi.	62
5. 1m ³ levhadaki hammadde ve kimyasal madde miktarları.....	63
6. Parafinin tam kuru yonga/talaş ağırlığına oranları.....	63
7. Parafinin analiz değerleri.	71
8. Deney numunelerine verilen parafin miktarları.	73
9. Test numuneleri TS EN standart tablosu.	75
10. Levhaların yoğunluk (özellik kütle) değerlerine ait bulgular.	82
11. Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular.....	84
12. Levhaların şişme (24 saat) değerlerine ait bulgular.	85
13. Levhaların su alma (24 saat) değerlerine ait bulgular.....	87
14. Levhaların yüzey absorpsiyonu değerlerine ait bulgular.	88
15. Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular.	90
16. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait bulgular.	92
17. Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.	93
18. Levhaların vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.	95
19. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.....	97
20. Deney numunelerine ait ortalama bulgular.	100
21. Optimum parafin kullanım miktarı.	105
22. Parafin maliyetine ait bulgular.	106

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
$^{\circ}$	: derece (açı)
$^{\circ}\text{C}$	: santigrat derece (sıcaklık)
δ	: Sigma
$\pm$	: Tolerans
% max.	: yüzde maksimum
Bar	: basınç birimi
cm	: Santimetre
dk	: Dakika
$F_{\max}$	: maksimum kuvvet
Kg	: Kilogram
Lt	: Litre
mm	: Milimetre
m^2	: Metrekare
m^3	: Metreküp
Max.	: Maksimum
Min.	: Minimum
gr/cm^3	: gram/santimetreküp
Kg/cm^2	: kilogram/santimetrekare
Kg/m^3	: kilogram/metreküp
kp/cm^2	: kilopont/santimetrekare
lt/h	: litre/saat
lt/m^3	: litre/metreküp
N/mm^2	: newton/milimetrekare
mm/dk	: milimetre/dakika
ml/dk	: mililitre/dakika

m ³ /gün	: metreküp/gün
m ³ /yıl	: metreküp/yıl
N	: Newton
kN	: kilo Newton
pH	: asitlik veya bazlık derecesi
Sn	: Saniye
TL	: Türk Lirası
TL/Yıl	: Türk Lirası/yıl
V	: Hacim
W	: Watt

KISALTMALAR

Anon.	: Anonymous
AŞ.	: anonim şirketi
BS	: British standards
C ₂₃ H ₄₈	: Tricosane
C ₃₅ H ₇₂	: pentatriacontane
CCA-Tip C	: kromlu bakır arsenat
CL	: core layer
EN	: europen standards
KEAŞ	: Kastamonu Entegre Anonim Şirketi
ISO	: İnternational Organization of Standardisation
LDN	: lif doygunluğu noktası
MDF	: medium density fiberboard
MÜÜ	: melamin üre üre
N	: Azot
NH ₄ Cl	: amonyum klorür

O	:	Oksijen
OHSAS	:	occupational health and safety standard
OSB	:	oriented strand board
OT	:	orta tabaka
PVA	:	polivinil alkol
PVAC	:	polivinil asetat
S	:	Kükürt
SA 8000	:	sosyal sorumluluk standardı
SL	:	surface layer
TS	:	Türk Standartları
TSE	:	Türk Standartları Entitüsü
USD	:	United States Dollars
URL	:	uniform resource locator
ÜMÜ	:	üre melamin üre
ÜT	:	üst tabaka
ÜÜM	:	üre üre melamin
vd.	:	ve de

BÖLÜM I

GİRİŞ

Yonga levha endüstrisinin dünyamızda ve ülkemizdeki gelişimi, odun hammaddesi yanında alternatif hammaddelerin bu sanayide kullanılabilmesi ve üretilen ürünlerin kullanım çeşitliliğinin artmasına ve performansına bağlı bulunmaktadır. Bu şekilde, ucuz, kaliteli ve farklı amaçlar için üretilcek yeni tip yonga levhalar bu endüstrinin gelişmesine ve çeşitli alanlardaki talebin karşılanmasına olanak sağlayacaktır (Baharoğlu, 2010).

Yonga levha üretiminin hızlı bir şekilde gelişmesi bazı etmenlere bağlıdır. Levha üzerinde meydana gelen dalgalanmalar azaltılmış, levha kalitesi tüketicinin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde yükseltilmiştir. Daha fazla endüstri artığı kullanılarak üretim giderleri düşürülmüştür. Uygun tutkallama teknikleri geliştirilerek tutkaldan tasarruf sağlanmıştır (Nemli vd., 2006).

Yonga levhaların maliyetini etkileyen en önemli unsur odun hammaddesi ve kullanılan yapıştırıcılardır. Bununla beraber gelişen ve daha hassas yapıya sahip olan iç ve dış piyasa koşullarında gerek yonga levha üreticileri ile gerekse diğer panel üreticilerine karşı ayakta durmaya direnen yonga levha tesislerinin en önemli silahı maliyetleri azaltıcı çözümler üretme zorunluluğudur. Bu şartlar altında en düşük maliyet etkenini gözden kaçırmadan tüm unsurlar üzerinde ekonometri çalışması yapılması zorunludur. Bu amaçla sadece odun hammaddesi ve yapıştırıcılar gibi yüksek maliyete sahip girdiler haricinde katkı ve koruyucu maddelerin alım ve tüketim sürecinde de minimum kullanım şartlarının belirlenmesi ve buna riayet edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmanın amacı, yonga levha üretiminde maliyeti belirli oranda etkileyen parafin kullanımının optimal değerini ortaya çıkarmak ve minimum kullanımı ile maksimum kalite ve kapasite artışı yakalanmasını sağlayacak şartları ortaya koymaktır. Bu çalışma kapsamında, yonga levhanın üretim teknolojisi anlatılmış olup, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisinde üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik değerlerinin, çeşitli parafin miktarları verilmesi ile değişimi incelenmiştir.

1.2 Yonga Levha Endüstrisi

Ağaç malzeme günümüzde hem masif hem de odun kompozitleri olarak çok geniş ve değişik alanlarda değerlendirilmektedir. Masif ağaç malzemenin anizotrop yapısı, geniş yüzey gerektiren kullanım yerlerinde yetersiz kalması ve ekonomik nedenlerle odun hammaddesinden teknik yollarla yonga levha, lif levha, kontrplak vb. ahşap levhalar üretilmektedir (URL-1, 2011).

Yonga levha üretiminde temel olarak üç üretim teknolojilerinden söz edilebilir. Bunlar, yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bütün üretim metodlarında temel olarak işlemler aynıdır. Farklılık, presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. Presleme metoduna göre, levhalar yatık veya dik yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme metodu hepsinde yatık olarak uygulandığı halde, serme işleminin farklılığından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar elde edilebilmektedir. Kalıplanmış yonga levhalarda ise elde edilecek ürünün son şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme yapılmaktadır. Kullanılan bağlayıcılar çimento ve alçı olunca üretilen levhalarda çimentolu veya alçılı yonga levha olarak isimlendirilmektedir. Belirtilen bu farklılıklar dışında yonga levha üretim safhaları hemen hemen aynıdır. Normal yonga levhalarda yonga boyutları: Kalınlık 0.25- 0.40 mm; genişlik 2-6 mm; uzunluk 10-25 mm'dir (Güller, 2001).

1.2.1 Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha endüstrisi, yakacak özellikteki odunları, aralama kesimlerinden elde edilen ince materyali ve kereste fabrikalarının çıta, kapak tahtası, kereste uçları gibi artıkların değerlendirilmesi ve bunları 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; Özdamar, 2007'den).

Yonga Levha, genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların sentetik bir reçine ya da uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan ve gerek bina yapımında gerekse mobilyacılıkta kullanılan bir malzemedir (Akyüz, 2004). Yonga levhanın genel görünümü Şekil 1'de görülmektedir.



Şekil 1: Yonga levha genel görünüşü (URL-2, 2014).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974) standartlarına göre yonga levhalar, odun veya odunlaşmış diğer ligno-selülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

BS 1811 (1969) İngiliz standartlarına göre ise, odun veya diğer ligno-selülozik lifli materyalin (odun yongası, testere talaşı, keten lifleri) bir tutkal ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhalar özgül ağırlıkları bakımından 3 grup altında toplanmıştır. Avrupa esaslarına göre 500 kg/m^3 ten aşağı olan ağırlıklardaki levhalar hafif, $500\text{-}600 \text{ kg/m}^3$ arasında yer alan ağırlıktaki levhalar orta, 650 kg/m^3 'ün üzerindeki ağırlığa sahip levhalar ise yüksek özgül ağırlık gruplarına girmektedir. Ancak çoğunlukla üretilen yonga levhaların özgül ağırlıkları $600\text{-}700 \text{ kg/m}^3$ arasında bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhalar yapıda ve genel amaçlar için kullanılmak üzere iki, kullanıldıkları yerlere göre iki (kapalı yerlerde ve açık havada kullanılanlar), özgül ağırlıklarına üç gruba (düşük, orta derecede ve yüksek özgül ağırlıkta) ayrılırlar (Kalaycıoğlu, 1991).

Yatık yongalı levhalar her tabakanın yonga ve tutkal özellikleri farklı olmak üzere 1, 3, 5 ve çok tabakalı üretilirler (Kalaycıoğlu, 1991).

1.2.2 Yonga Levha Endüstrisinin Gelişimi

Yonga levha hakkında ilk fikirleri 1887 yılında Ernest 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 üretilbileceğini öne sürmüştür. 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).

Bu endüstri kolunun ilk olarak Orta Avrupa ülkelerinde doğması ve gelişmesinin nedeni, 2nci Dünya Savaşı'nın bu ülkelerde yaptığı tahribatın sonucu, diğer yapı malzemelerinin olduğu gibi kereste kullanımında da tasarruf sağlanması ve kereste yerine daha ucuz, kullanımı ve boyutları daha uygun bir yapı malzemesi olarak yeni bir malzemenin ikame edilmesi isteğidir. Ayrıca, çalışmasının olmaması ve boyutlarının elverişliliği gibi nedenler, yonga levhanın mobilya yapımında ve inşaat sektöründe kullanım olanaklarını arttırmıştır (Göker, 1978; Ekizoğlu, 1985'den).

Yonga levha üretimi orijinal olarak, diğer orman ürünleri sanayi ürünlerinin işlenmesi yoluyla elde edilen yongaların kullanılması ile başlamıştır (Türker ve Toksoy, 1992).

İçinde kullanılan malzemenin nem, ısı ve diğer harici şartlara dayanıklılığına bağlı olarak, döşeme ve diğer sert örtü malzemesi olarak da kullanılmaktadır. İlk yıllarda dünya üretim kapasitesi ve miktarı ancak bir milyon metreküpü aşmış olmasına rağmen üretim kapasitesinin çok altında gerçekleştiğini belirtmek gerekir (Solberg et. all., 1996; Akyıldız, 2001). Günümüzde sayıları binleri bulan yonga levha endüstri tesislerinde en fazla üretim orta yoğunlukta yonga levha üretimidir (Örs ve Akyıldız, 2004; Zengin, 2010'dan).

Ülkemizde Ocak 2013 tarihi itibari ile Tablo 2'de görüldüğü gibi 28 Yonga Levha tesisi (22'si faal) ve 18 Lif Levha tesisi üretimlerini sürdürmektedir. Son yıllarda eklenen yeni kapasiteler doğrultusunda dünyada söz sahibi bir kapasite ve üretim teknolojisine ulaşmıştır. Yıllık 6 milyon m³ yonga levha, 5 milyon m³ lif levha üretim kapasitemiz bulunmaktadır. Fiili yıllık üretim miktarımız ise (Yonga+Lif Levha) 7,5–8 milyon m³ civarındadır (Dayanıklıoğlu, 2013).

Dünyanın en büyük levha üreticisi Çin'dir. ABD ikinci, Almanya ve Türkiye üçüncü ve dördüncü sıradadır. Ülkemiz mevcut üretim rakamları ile dünya levha sektörünün önemli bir üyesi olduğunu göstermektedir (Dayanıklıoğlu, 2013).

Sektörde ana girdiler odun ve tutkal olup, diğerlerini katkı maddeleri, yakıt ve enerji oluşturmaktadır. Tesislerimizin tamamında melamin kaplama hattı bulunmakta ve ürünlerinin büyük bir kısmını kapladıktan sonra pazarlamaktadırlar. Kuruluşlarımızın çoğunluğu TSE Kalite Yeterlilik Belgesi, TSE Uygunluk Belgesi, ISO 9001, ISO 9002, ISO 14000, OHSAS 18001, SA 8000 standart belgelerini almışlardır (Dayanıklıoğlu, 2013).

Yonga levhanın hızlı bir şekilde gelişmesini şu etmenlere bağlayabiliriz.

- Levha üzerinde meydana gelen dalgalanmalar azaltılmış, levha kalitesi tüketicinin ihtiyaçlarına cevap verecek şekilde yükseltilmiştir.
- Daha fazla endüstri artığı kullanılarak üretim giderleri düşürülmüştür.
- Uygun tutkallama teknikleri geliştirilerek tutkaldan tasarruf sağlanmıştır.
- Mobilya sektörünün isteklerini karşılamak amacıyla levha yüzeylerinin daha düzgün ve yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanabilir olması sağlanmıştır.

- Çok yönlü kullanım alanları, örneğin; inşaat, gemi ve araç yapımında kullanılabilecek suya ve rutubete dayanıklı levhalar geliştirilmiştir.
- Yonga levha bir çok kullanım yeri için yeterli fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptir.
- Mantar ve böceklerle dayanıklı levhalar üretmek mümkündür.
- Çalışma miktarı azdır
- İstenilen kalınlıkta üretilebilir, homojen bir yapıya sahiptir, çivi, vida ve tutkalla birleştirilebilir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

1.2.3 Yonga Levhaların Sınıflandırılması

Göker (2000), yonga levhaları üretim sistemlerine ve değişik parametrelere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırır.

1.2.3.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması

1. Kullanılan hammadde türüne göre yonga levhalar;
 - Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar.
 - Bitkisel artıklar kullanılarak üretilen levhalar.
 - Tetrapak kutuları kullanılarak üretilen levhalar.
2. Levhanın emprenye edilmesine göre yonga levhalar;
 - Emprenye edilmiş levhalar.
 - Emprenye edilmemiş levhalar.
3. Özgül ağırlıkları bakımından yonga levhalar;
 - Düşük özgül ağırlıktaki (hafif) yonga levhalar ($0,59 \text{ gr/cm}^3$ 'ten daha düşük olanlar).
 - Orta derecedeki özgül ağırlıktaki yonga levhalar ($0,59\text{-}0,80 \text{ gr/cm}^3$ olanlar).

- Yüksek (ağır) özgül ağırlıktaki yonga levhalar ($0,80 \text{ gr/cm}^3$ 'ten yukarı olanlar).

4. Presleme yöntemlerine göre yonga levhalar;

- Yatay yongalı levhalar: Bu tür yonga levhalarda yongalar genellikle levhayüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.
- Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tür yonga levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongalar ise levha yüzeyine dik olarak yer almaktadır.

5. Tabaka sayılarına göre yonga levhalar;

- Tek tabakalı (Homojen) yonga levhalar.
- Üç tabakalı yonga levhalar.
- Beş tabakalı yonga levhalar.
- Tabakaları belirsiz yonga levhalar.

6. Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yonga levhalar;

- Normal yonga levhalar (Particle board): Yonga kalınlıkları $0,25-0,40 \text{ mm}$, genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve uzunlukları $10-25 \text{ mm}$ kadar olan yongalardan üretilen levhalardır.
- Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yonga kalınlıkları $0,5-0,7 \text{ mm}$, genişlikleri $25-40 \text{ mm}$ ve uzunlukları $35-75 \text{ mm}$ kadar olan yongalardan üretilen yonga levhalardır. Bunlar ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesi olarak üretilmektedir.
- Şerit yongalı levha (Flakeboard): Yonga kalınlığı $0,5-0,7 \text{ mm}$, uzunluğu $35-75 \text{ mm}$ (etiket yongalı levha ile aynı), ancak genişliği $9-10 \text{ mm}$ kadar olan yongalara sahip levhadır.

- Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board–OSB): Yonga kalınlıkları 0,4-0,8 mm, genişlikleri 6-25 mm ve uzunlukları 38-63 mm kadardır.

7. Üretimde kullanılan bağlayıcı türüne göre yonga levhalar;

- Sentetik reçine kullanılarak üretilenler (Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit ve izosiyanat tutkalı gibi).
- Anorganik bağlayıcı kullanılarak üretilenler (çimento ve alçı).

8. Üretimde kullanılan metoda göre yonga levhalar (Kalıplaşmış yonga levhalar);

- Thermodyn yöntemi ile üretilenler.
- Collipres yöntemi ile üretilenler.
- Werzalit yöntemi ile üretilenler.

9. Kaplanmış yonga levhalar;

- Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar.
- Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar, ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yonga levhalar: Her iki yüzü ahşap kaplama levhası ile kaplanmış orta yoğunluktaki yatık yongalı levhalardır (Biçer, 2014).

1.2.3.2 Yonga Levhaların TS EN 309’a Göre Sınıflandırılması

1. Üretim işlemlerine göre;

- Yatık preslenmiş.
- Dik preslenmiş.
- Kalıplanmış (şekillendirilmiş).

2. Yüzey durumlarına göre;

- Preslenmiş (zımparalanmamış).
- Zımparalanmış veya planyalanmış.
- Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile).
- Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş (lam kaplama vb.).

3. Şekil ve formlarına göre;

- Düz.
- Yüzeyi profilili.
- Kenarı profilili.

4. Parçaların şekil ve ölçülerine göre;

- Talaş levha.
- Yaprak levha.
- Şekillendirilmiş levha.
- Odunlaşmış diğer bitkilerden (Örneğin, keten, kenevir ipliği vb.) üretilen panolar.

5. Yapılarına göre;

- Tek tabakalı.
- Çok tabakalı.
- Sınıflandırılmış.
- Kalıplanmış (şekillendirilmiş) delikli levhalar.

6. Kullanımlarına göre;

- Genel amaçlı levhalar.
- Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) levhalar.
- Konstrüksiyonlarda taşıma amaçlı kullanılan levhalar.
- Aşırı yüklenebilen levhalar.
- Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar.

- Ateşe dayanıklı levhalar.
- Ses absorbe eden levhalar.
- Diğerleri (Biçer, 2014).

1.2.4 Yonga Levhaların Genel Özellikleri

Yonga levhalar ucuzlukları ve biçim değiştirmemeleri nedeni ile bugün büyük ölçüde masif ağaç ve kontrtablanın yerini almış gibidir. Bunlar her türlü mobilya, kaplamalı kapı, tavan, lambri gibi dekorasyon işleri; mağaza, gazino, tiyatro ve sinema salonları dekorasyonu; gemi otobüs ve prefabrik ev yapımında ve benzeri yerlerde başarı ile kullanılmaktadır (Akyüz, 2004).

- Odun tamamı ile yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levha üretilebilir.
- Yongaların boyutu ve pozisyon açısından istenilen şekilde yönlendirilmesi ile elde edilecek levhanın istenilen yönde dayanımı artırılabilir.
- Presleme sırasında veya öncesinde yongalara hidrofobik özellik kazandırılabilir.
- Yongalar yangın böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.
- Çok geniş yüzeyli, istenilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir.
- Kalıp içerisinde taslak oluşturmaya form verilmiş levhalar üretilebilir.
- Ağaç malzeme tutkalları ile kaplanma levhaları kullanmak (lamine etmek) suretiyle oldukça iyi özellikler gösterir.
- Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yonga levhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
- Makinelerle işlenme özelliklerinin iyi olması, frezelerle lamba zıvana, matkap ile kolayca işlenebilmesi.
- Yüksek devirli şerit ve daire testerelerle işlenme esnasında düzgün kesit yüzeyleri verir.
- Akustik özellikleri iyidir.
- Levhaların işlenmesi esnasında zayıfatı düşük, iş verimi yüksektir.

- Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplamalar ve laminatlarla kaplanmak suretiyle atraktif görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özelliklerde ıslah edilebilir (Dayanıklıoğlu, 2004; Biçer, 2014'den).

1.2.5 Yonga Levhanın Özelliklerini Etkileyen Faktörler

Yonga levhanın özelliklerini etkileyen çok çeşitli faktörler vardır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır (Nemli, 1995).

1.2.5.1 Ağaç Türü

Levha ağırlığının yaklaşık %90'ından fazlasını odun oluşturmaktadır. Bu nedenle ağaç türü, levha özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Özellikle, odun türünün düzgün ve ince uzun yongalar verebilme kabiliyeti çok önemlidir. Aynı şartlar altında değişik ağaç türlerinden elde edilen yongaların boyutları arasında farklılıklar olmaktadır (Nemli, 1995). Yonga levha endüstrisinde, yumuşak odunlu ağaçlar tercih edilmekte ve özellikle özgül ağırlığı 400-700 kg/m³ olan odunların kullanılması önerilmektedir (Nemli, 1995).

Genel bir kural olarak; özgül ağırlığı düşük olan türler tercih edilmekte, orta özgül ağırlıktaki türler kolaylıkla ve uygun fiyatla bulunabiliyorsa kullanılmakta, fakat çok yüksek özgül ağırlığa sahip olan türler istenmemektedir (Nemli, 1995).

Düşük özgül ağırlığa sahip türleri levhanın dış tabakalarında, daha ağır olanları ise orta tabakada kullanmak hammadde kullanımı bakımından en ekonomik çözüm olarak önerilmektedir (Nemli, 1995).

1.2.5.2 Ekstraktif Maddeler

Ekstraktif maddeler, tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine etkilidirler. Özellikle bazı iğne yapraklı ağaç ekstraktifleri, üretilen levhanın suya karşı direnç özellikleri bakımından önemlidir. Ayrıca, fazla uçucu ekstraktifler presleme aşamasında, levhada yerel kabarıklara sebep olabilirler. Bazı ağaç türleri doğal reçine ya da mum benzeri ekstraktiflere sahiptirler. Bu tür maddeler bir dereceye kadar levhaya su itici özellik kazandırır (Nemli, 1995).

1.2.5.3 Permeabilite

Yongalar tutkalandıktan sonra tutkal yonga yüzeylerinde tutulmalıdır. Özellikle yonga uçlarında emilen tutkal, telafi edilemez bir kayıptır. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğundan ve ürün maliyetini önemli ölçüde kullanan tutkal miktarı belirlemekte olduğundan tutkal kaybı arzu edilmeyen bir durumdur. Odunun permeabilitesi kullanılan tutkalın yeterli olması veya olmaması bakımından fark yaratabilir. Tutkalın yeterliliği ile ilgili tüm sonuçlar levhanın direnç değerlerini ve stabilitesini etkiler (Nemli, 1995).

1.2.5.4 Kabuk

Yongalara kabuk karıştırılması halinde levhanın direnç özellikleri olumsuz etkilenir. Kabuk oranının %10-12 olması halinde direnç değerlerinde tek katlı levhalarda %9-16, üç kat levhaların orta tabakasına katıldığı takdirde ise %5-10 oranında azalma olmaktadır. Kabuk levhanın dış tabakalarına karıştırıldığında ise, yüzeyde lekeler oluşturduğundan görünüş özellikleri bozulur (Nemli, 1995).

1.2.5.5 Odunun Rutubet Miktarı

Çok rutubetli ve rutubeti %30'dan az olan yongalar verimi düşürmektedir. Presten çıkan levhalarda rutubet %10'dan az iken mekanik özelliklerde herhangi bir değişiklik olmamakta, %10-22 rutubet derecelerinde bir miktar daha azalma, %22-50 rutubet dereceleri arasında ise levhanın eğilme direncinde önemli miktarda azalma olmaktadır. Düzgün yüzeyli yongalar elde edebilmek için hammadde odun rutubetinin %30-60 arasında olması gerekir. Rutubet miktarı çok yüksekse tutkallama zorlaşır ve kurutma masrafları artar. Rutubet miktarının az olması durumunda ise düzgün yüzeyli yongalar elde edilmez (Nemli, 1995).

1.2.5.6 Yonga Tipi ve Geometrisi

Yonga geometrisi, yonga levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile yüzey kalitesi ve işlenme özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Yonga kalınlığının artması ile suda bekletme sonucu kalınlık artımı oranı ve yüzeye dik çekme direnci artmaktadır. Yongalarla birlikte, küçük yonga ve toz kullanılması halinde, su alma ve kalınlık artımı oranları

azalmaktadır. Toz ve küçük yonga parçacıklarının yüzeye dik yöndeki çekme direnci üzerine etkisi yoktur (Nemli, 1995).

1.2.5.7 Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı

Fenolik tutkallar ile izosiyanat tutkalı rutubete ve suya karşı dayanıklıdır. Bu tutkallar dış hava şartlarına maruz kalan yerlerde kullanılacak yonga levhalar için uygundur. Üre formaldehit tutkalı açık hava şartlarına dayanıklı değildir. Bu yüzden iç kısımlarda ve kapalı yerlerde kullanılacak yonga levhalarda tercih edilmektedir (Nemli, 1995).

Levhanın özelliklerini etkileyen diğer faktörler sabit tutulduğu takdirde, kullanılan tutkal miktarının artması ile levhanın bütün direnç özellikleri ve boyut stabilitesi iyileşmektedir. Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şekli de levhanın direnç özelliklerini etkileyen bir faktördür. Tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir (Nemli, 1995).

1.2.5.8 Katkı Maddeleri

Yonga levhaya hidrofobik özellik kazandırmak için kullanılan parafin, levhanın bazı direnç özelliklerini olumsuz etkileyebilir. Kullanılan mum miktarı %1 veya daha az iken levhanın direnç özelliklerini etkilememekte, daha yüksek oranda kullanıldığında azalma olmaktadır. Mantar ve böceklerle karşı koruyucu madde olarak yonga karışımına %2 oranında pentaklorfenol ilave edilirse yeterli koruma sağlanmakta fakat pentaklorfenol miktarı arttıkça, yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır (Nemli, 1995).

1.2.5.9 Yonga Levhanın Özgül Ağırlığı

Levhanın özgül ağırlığı, fiziksel ve mekanik özellikleri en çok etkileyen faktörlerden biridir. Özgül ağırlığın artması ile kalınlık artımı ve boyut stabilitesi hariç, bütün özellikler iyileştirmektedir (Nemli, 1995).

1.2.5.10 Özgül Ağırlık Profili

Levha kalınlığınca özgül ağırlık değişimi, özgül ağırlık profili olarak adlandırılmaktadır. Homojen özgül ağırlık profiline sahip levha üretmek çok zordur. Özgül ağırlık

homojenliği, levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modulünün artması yanında, yüzey işlemleri sırasında düzgün yüzey oluşmasına katkı sağlar (Nemli, 1995).

1.2.5.11 Presleme Şartları

Sıcaklık, sertleşme süresi, basınç ve tutkal miktarının yeterli olmayışı sonucu levhada ayrılmalar olabilir. Levhalar presten zamanında çıkarılmadığı takdirde 170°C'nin üzerindeki sıcaklıklarda direncin önemli ölçüde azalmasına sebep olan termik bozulmalar meydana gelebilir (Nemli, 1995).

Yonga levhanın hemen hemen bütün özellikleri, özellikle yüzeye dik çekme direnci, presleme süresinin artması ile iyileşmektedir (Nemli, 1995).

1.2.6 Yonga Levha Endüstrisinde Kullanılan Maddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli amaçlarla kullanılan veya kullanma imkânı bulunan maddeler Tablo 1'de görüldüğü gibidir.

1.2.6.1 Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde çeşitli hammaddeler kullanılmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmıştır.

Ağaç Malzeme

Yonga levha üretiminde bir çok ağaç türü kullanılabilir. Batı Avrupa'da başlangıçta iğne yapraklı ağaç odunları (ladin, çam, göknar ve sıtka ladini) tercih edilirken, daha sonraları ekonomik olmaları ve kolay temin edilebilir olmalarından dolayı kayın, huş, kavak, kızılâğaç ve söğüt gibi yapraklı ağaç türleri de kullanılmaya başlanmıştır. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) ormangülü odununun yonga levha üretiminde kullanılabileceğini bildirmiştir. *Robina pseudoacacia* odunlarının yonga levha üretimi için yeni bir hammadde olabileceği, *Cryptomeria japonica* ve *populus tremuloides* odunlarının diğer odun türleri ile karışık olarak kullanılabileceğini bildirmiştir. Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait) ve Ardıç (*Juniperrus excelsa* Bieb.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir (Nemli ve Kalaycıoğlu, 2000).

Tablo 1: Yonga levha endüstrisinde kullanılan maddeler.

Hammaddeler	Ağaç Malzemeler	Odun		
		Sanayi Artığı	Kapak - çıtalar	
			Testere talaşı-Planya talaşı	
		Orman Artıkları		
		Yıllık Bitkiler		
	Tutkal	Organik (Sentetik) Tutkallar	Üre Formaldehit	
			Melamin formaldehit	
			Fenol formaldehit	
			Resorsin formaldehit	
		İzosiyonat tutkalı		
		Termoplastik tutkallar		
		Doğal Tutkallar	Hayvansal Tutkallar	Kazein
				Glutin (Kan albümini)
			Bitkisel Tutkallar	Tanen
				Sülfat atık suyu
Soya fasulyesi				
Anorganik Tutkallar	Çimento			
	Magnezit			
	Alçı			
Katkı Maddeleri	Hidrofobik Maddeler	Parafin		
		Alkil keten dimer		
	Sertleştirici Maddeler	Amonyum klorür		
		Amonyum sülfat		
		Paraformaldehit		
		Potasyum karbonat		
		Potasyum persülfat		
Koruyucu Maddeler	Fenol			
	Pentaklorfenol tuzları			
	Kromlu bakır arsenat			
	Amonyaklı bakır arsenat			
Yanmayı Geciktirici Maddeler	Amonyum fosfat			
	Arsenik			
	Bakır tuzları			
	Boraks			
	Borat			
	Borik asit			
	Çinko			

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur. Genellikle son yıllarda kabuğun yonga levha endüstrisinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Özen, 1980). Yonga levhanın yoğunluğu üzerine ağaç türünün etkisi fazla olduğu için, üretimde, üretim teknolojisi ve üretilen levhanın özelliklerine bağlı olarak, yoğunlukları farklı ağaç türlerinin kullanılabildiği belirtilmektedir. Yonga levha üretimi için en uygun ağaç türlerinin iğne

yapraklılardan çam, ladin, göknar ve sedir, yapraklılardan ise kızılâğaç, ıhlamur, kayın, kavak ve söğüt türlerinin olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu maksatla ormangülü, sahil çamı, titrete kavak ve yalancı akasya türlerinin de kullanılabileceğı bildirilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985; Çakmak, 2008'den).

Odunda budak, çatlak, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Odunun yoğunluğu, asiditesi (pH), içerdığı ekstraktif maddeler ve rutubeti de levha kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Özen ve Kalaycıoğlu, 2007).

Düzgün yüzeyli yongalar üretmek için hammadde odun rutubetinin %30-60 arasında olması öngörülmektedir. Rutubet miktarı %30'un altında olursa yongalama ve elemelerde toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. %60'ın üzerinde olması durumunda ise, yongaların yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfiyatı artar ve bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma zayıf olur (Bardak, 2010).

Orman Artıkları

Ormanda fazla eğri, ince ve kısa haldeki gövde ve dal odunlarının taşınması güçlüğü dolayısıyla yongalanarak değerlendirilmesi çeşitli ülkelerde uygulanan bir yöntemdir. Hatta son yapılan araştırmalarda iğne yapraklı ağaçlar dal ve ibreleri ile birlikte yongalanmakta, çeşitli eleklerden geçirilerek bu maksat için uygun yongaların değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Ancak, gerek üretim gerekse taşıma esnasında taş parçacıkları, toz, kum vs. gibi materyalle yongaların kirlenmesi çeşitli problemler ortaya çıkarmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Boyu 0,5–2 mm arasında ve kalın uç çapı 20 cm ince uç çapı 4 cm olan dallar ile 20 cm kalınlığı geçmeyen odunlar bu sınıfa girer. pH değeri düşük olan her türlü orman artığı yonga levha üretiminde kullanılır (Geçgel, 2010).

Yıllık Bitkiler

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Bu maksatla keten, kenevir, pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman,

ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde veya artıklardan yonga levha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak yeterli miktarda olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz ve materyalin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasında en büyük sorun materyalin homojen olmayışıdır. Hammaddenin bulunmasında karşılaşılan sorunlar neticesinde son zamanlarda çeşitli araştırmalar yapılmıştır (Avcı, 2007).

Yıllık bitkilerin levha üretimine uygun olması yeterli değildir. Miktarının yeterli olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz olması ve materyalin zararlılar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerden; keten, şeker kamışı, bambu (bambu kamışı, hint kamışı), göl kamışı, pamuk vb. bitkilerin odunsu kısımlarının levha üretiminde kullanılmasında teknolojik zorluk yoktur. Tek sorun bunların uzun süre bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı korunabilmesidir. Özellikle sıcak ve rutubetli iklim bölgelerinden bunların korunması oldukça zordur (Kalaycıoğlu, 2006; Aslan, 2007'den).

Güler (16) ve Younquist (20), kenaf liflerinden üretilen kompozit levhaların Amerikan Standart Enstitüsünce belirtilen temel sert lif levha standartlarına uygun olduklarını belirtmişlerdir (Avcı, 2007).

Yıllık bitkilerin kompozit panel üretiminde şeker kamışının önemli bir yeri vardır. %92 şeker kamışı, %8 üre formaldehit ve 0,74 g/cm³ özgül ağırlıkta 10 mm kalınlıkta yüksek kalitede levhalar üretilmiştir (Avcı, 2007).

Poblo et al., muz saplarından 590–640 ve 670–720 kg/m³ özgül ağırlıklarda yonga levhalar üretmiştir. %10 oranında üre formaldehit reçinesi kullandığı levhalarda, yüksek özgül ağırlıkta üretilen levhaların düşük özgül ağırlıkta üretilen levhalara göre fiziksel ve mekanik özelliklerinin yüksek olduğunu, odun yongaları ile karıştırılınca mekanik özelliklerinin daha da arttığını belirtmektedir. Mısır saplarından yonga levha ve lif levha üretildiği belirtilmektedir. Bir araştırmada %92 mısır sapı, %7 üre formaldehit reçinesi, %1 parafin ve 0,74 g/cm³ özgül ağırlıkta 16 mm kalınlıkta üretilen kompozit levhaların direnç özellikleri standart değerler yakın olduğu belirtilmektedir (Avcı, 2007).

Amerika’da Minnesota Üniversitesi’nde ayçiçeği sapı ve tablasından levha üretilmesi konusunda değişik çalışmalar yapılmıştır. Gertjeansen ve arkadaşları %50 kavak ve %50 ayçiçeği tablası karışımından yonga levha üretmişlerdir. Bu çalışmada, %92 ayçiçeği tablası, %7 üre formaldehit tutkalı ve %1 parafin karıştırılarak 0,78 g/cm³ özgül ağırlık ve 10 mm kalınlıkta yonga levhalar üretilmiştir. Heller, şeker kamışı, pamuk sapı, bambu gibi hammadde kaynaklarının yonga levha üretimine uygunluğu üzerine araştırmalar yapmış ve bu kaynakların toplanması, bir araya getirilmesi ve üretim yöntemi gibi spesifik problemler olduğunu belirtmiş olup, bu tip sorunlar aşılsa bunlardan yonga levha üretmenin mümkün olduğunu belirtmiştir (Avcı, 2007).

1.2.6.2 Tutkal

Yonga levha endüstrisinde kullanılan tutkallar, sıcak pres içerisinde, belirli basınç altında ve sürede yongaların ve talaşların istenilen kalınlıkta stabil hale getirilmesinde kullanılır.

Organik Tutkallar

Yonga levha endüstrisinde genellikle duroplastik tutkallar (Aminoplastlar=Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar=Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit) kullanılmaktadır. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler. Sıcak preslemede sertleşme süresi kısa, kullanımı kolay ve ucuz olduğundan, dünya yonga levha üretiminin yaklaşık %90’ı üre formaldehit tutkalı ile gerçekleştirilmektedir. Beyaz renkli veya şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yonga levhalarda kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur (İstek, 2006).

Üre Formaldehit

Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen

kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Huş, 1997; Atar, 2012'den).

Tutkalın üretimi esnasında pH 5–5,5'da bir reaksiyon vuku bulmaktadır. pH'ın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma reaksiyonu durdurabilmektedir. Reçinenin %40-60'ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı %60-65'e çıkartılır. Hızlı bir sertleşme için katalizöre ihtiyaç vardır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir (Atar, 2012).

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, yapışma direncinin yüksek ve renginin açık olduğunu belirtmek mümkündür (Anonim, 1975). Üre formaldehit, yonga levha ve MDF üretiminde kullanılan en yaygın tutkal çeşididir. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; %61 oranında yonga levha, %5 oranında kontrplak, %27 oranında MDF ve %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde değerlendirilmektedir. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Nemli ve Aytaç, 2002; Pizzi, 1983; Goncalves vd., 2008; Atar, 2012'den):

- Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- Suda çözünür.
- Kokusuzdur.
- Tutuşmaz.
- Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- Fiyatı ucuzdur
- Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- Formaldehit emisyonu yüksektir (Atar, 2012).

Üre formaldehit tutkalı lif veya yongalara sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakta, üre ve formaldehitin

kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada gerçekleşmektedir. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimetilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır (Conner, 2001; Atar, 2012'den).

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonunu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla birlikte, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak, 2002; Atar, 2012'den).

- Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması (Atar, 2012).

Genel olarak bakıldığında birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH: 8–9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH: 5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları arzu edilen viskoziteye ulaşıncaya kadar devam etmekte, reaksiyon karışımı soğutularak nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (%60–65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklaştırılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademede ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleştirilmektedir ($F/\ddot{U}= 1,6-2$). İkinci ve sonraki üre ilaveleri $F/\ddot{U}$ oranını istenilen seviyeye düşürmektedir (Atar, 2012). Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen bir tutkal türü olan üre formaldehit için en iyi sertleşme sıcaklık 120°C ve pH 4–5 civarında gerçekleşmektedir. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondense olmuş olan tutkal, çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir.

Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir (Atar, 2012).

Günümüzde laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı problemleri beraberinde getirmektedir. Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60°C ve %60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. %15-20'lik odun rutubeti 60°C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'a (2008) göre, üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir (Atar, 2012).

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

- Üre formaldehit tutkalına üre veya melamin ilavesi.
- Ağaç levha ürünlerinin direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması.
- Yongaların preslenmesi sırasında ek bir yüksek frekansla ısıtma uygulanması.
- Levha yüzey ve kenarlarının kaplanması (Atar, 2012).

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

- Üre formaldehit reçine kimyasının modifikasyonu.

- Formaldehit yerine daha az uçucu aldehit bileşiklerinin kullanımı (Atar, 2012).

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

- Tutkal sentezi sırasında direkt olarak polyamin karıştırılması
- Amonyum klorür yerine sertleştirici olarak polyamin hidroklorürün kullanımı
- İlk iki koşulun birlikte uygulanması (Nemli ve Aytaç, 2002; Atar, 2012'den).

Maminski ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Maminski vd., 2008). Başka bir çalışmada ise üre formaldehit tutkalına melamin ilavesiyle formaldehit emisyonun azaldığı belirlenmiştir (Hsy, 2009). Abdullah ve Park'a (2009) göre, yapılan araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı tespit edilmiştir (Atar, 2012).

Fenol Formaldehit

Bu tutkal alkali veya asidik bir katalizör yardımıyla fenol ve formaldehitin kondenzasyonu ile elde edilir. Yonga levha üretiminde sıcak tutkallama için saf halde veya bir sertleştirici katılmak suretiyle suda çözünmüş fenol formaldehit kullanılmaktadır. Bu tutkal da sıcaklıkla sertleşen reçineler grubu içerisinde yer almaktadır. Kullanılan katalizöre bağlı olarak Resol ve Novolak olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Resol tipi fenol formaldehit tutkalları bazik katalizörler (NH_3 =Amonyak) yardımıyla üretilmektedir. Fenol ile formaldehitin birleşme oranları 1/1,8-1/2,2 arasında değişmektedir. Bu reaksiyon çok kademeli bir reaksiyon olup özel ekipman gerektirmektedir. Depolama süresi birkaç ay olup serin yerlerde saklanmalıdır (Tunç, 2012).

Novolak reçinesi fenolle az miktarda formaldehitin asit katalizörü (HCl =Hidroklorik asit) yardımıyla elde edilmektedir. Bazen yonga levha ünitelerinde toz halinde kullanılırlar. Fenol ile Formaldehit birleşme oranları 1/0,8-1/1 arasında değişmektedir. Novolak reçineleri oldukça stabil olup higroskopik özellikte kuru yerde depolamaya müsaittir. Bu reçineler ile üre reçinelerine göre daha yavaş sertleşmekte ve yüksek pres sıcaklığı

kullanılmaktadır. Orta tabaka pres sıcaklığı 120-150°C arasındadır. Alt ve üst tabaka 200°C'nin üzerine çıkmaktadır. Sertleşme sonucunda sıcağa ve kimyasal maddelere karşı dayanma özelliği kazanır. Sıcaklık etkisiyle sertleştiği zaman odunu dirençli kılmakta ve mükemmel bir boyutsal kararlılık sağlamaktadır (Tunç, 2012).

Fenolik tutkallar üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler ve daha yüksek pres sıcaklığı uygulamak gerekir. Katalizörler pres süresini kısaltır. Sıcaklık etkisi ile sertleştiğinde mükemmel bir boyutsal stabilize sağlar (Pizzi, 1994; Kalaycıoğlu, 2003; Tunç, 2012'den).

Fenol formaldehit tutkalı sertleştikten sonra rutubet, su, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı son derece dayanıklıdır. Dolayısı ile bu zararlılara karşı dayanıklılığın arandığı mobilya, kaplama, kontrplak, yonga levha üretiminde, eğmeçli yüzeylerin kaplanmasında ve ahşap yüzeylere metal kaplamada kullanılmaktadır (Nemli 2003; Tunç, 2012'den).

Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol'den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir (Bardak, 2009).

Resorsin formaldehit düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3,5-4,5 pH'lık bir ortamda yavaş fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır (Bardak, 2009).

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile %50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındikkabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Saf olarak çok nadir sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilmektedir. Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme

kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur (Bardak, 2009).

Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90-140°C sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000°C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000°C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamide dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamit meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında %100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5-6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözültülebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajları vardır;

- Suya karşı daha dirençlidir.
- Isı stabilitesi daha yüksektir.
- Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilirler (Bardak, 2009).

İzosiyanat

Amino ve fenoplastik tutkallarda yapışma spesifik adhezyonla sağlanır. Hâlbuki di izosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol formaldehit ile eşdeğer, yapışma direnci ise daha yüksektir. Alüminyum ve çelik malzemeye yapışması nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur. Yapılan bir araştırmada; etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların teknolojik özellikleri, polimetilen di izosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur (Papadopoulos, 2002; Atay, 2012'den).

Termoplastik Tutkallar

Termoplastik yapıştırıcılar ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen ve soğutulduklarında sertleşebilen yapıştırıcılardır. Bu tür tutkallar soğuk olarak uygulanabilir, yüzeylere kolaylıkla sürülebilir, hızlı bir şekilde sertleşir, yanmaz ve kokusuz özelliktedir, işleme sırasında aletleri yıpratmaz ve ağaç malzemede lekelenmeye sebep olmaz. Tüm bu avantajlarına rağmen 70°C sıcaklıktan itibaren yapıştırma özelliğini kaybetmesi bu tür tutkalların kullanım alanını sınırlandırmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985; Sarı, 2011'den).

Teorik olarak, PVAC ve PVC gibi termoplastik tutkallar yonga levha endüstrisinde ya yalnız veya içerisinde üre formaldehit ve fenol formaldehit ilave edilerek kullanılabilir. Fakat bu tutkallarla yapıştırılan levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca deforme oldukları için yonga levha üretiminde kullanılmazlar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009; Sarı 2011'den).

Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, sıcakta sertleşen glutin (kan albümini) gibi tutkallar ve tanen, sülfat atık suyu, soya fasulyesi tutkalı gibi bitkisel yapıştırıcılar kullanılmaktadır. Doğal tutkallar yonga levha endüstrisinde son derece düşük bir oranda kullanılmaktadırlar. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yonga levha üretiminde kullanılabilme imkânları araştırılmış ve bu sanayii dalında kullanılabileceği saptanmıştır. Literatürde soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türleri ile üretilen yonga levhalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Kabuk tanenlerinin yonga levha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Bardak, 2009).

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan albümin maddesi oluşturmaktadır. Kan albümini, kan serumu içinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu tutkalın hammadde kaynağı mezbahalardır. Açık, esmer ve siyah renkte olmak üzere üç çeşit kan albümini vardır.

Bunlardan açık ve esmer renkte olanı gıda, deri ve kağıt endüstrisinde, siyah renkte olanı ise kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir (Bardak, 2009).

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kazein tutkalına küf ve mikroorganizmalar meydana getirdiği bozulmayı önlemek için %3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır (Bardak, 2009).

Tanen; odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava şartlarında kullanılacak yonga levha üretimine uygun olmaktadır. Sülfite atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfite atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yonga levhalarda suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yapıştırıcı madde olarak yonga levha üretiminde kullanılmaktadır (Bardak, 2009).

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen di fenil di izosiyanat ile birlikte yonga levha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır (Bardak, 2009).

Anorganik (İnorganik) Tutkallar

İnorganik bağlayıcılar 3 ana kategoriye ayrılır.

- Alçı
- Magnezyum çimentosu
- Portland çimentosu

Alçı ve magnezyum çimentosu rutubete karşı hassastır ve bunlarla üretilmiş levhalar genellikle iç maksatlarla kullanılır. Portland çimentosunun bağlayıcı olarak kullanıldığı kompozit levhaları alçı ve magnezyum çimentosu kullanılmış olanlara göre rutubete karşı daha dayanıklıdır ve hem iç hem de dış maksatlarla kullanılır. Bütün inorganik madde bağlayıcılı kompozitler böcek, yangın, bakteri vb. zararlılara karşı dayanıklıdır. Alçıli paneller genellikle iç duvarlarda ve tavan kaplaması olarak kullanılmaktadır. ABD’de bu ürünler genel olarak kuru duvarlar olarak adlandırılmaktadır. Direncini (eğilme) yüzey

düzgünlüğünü arttırmak için bu levhalara kâğıt kaplanmaktadır. Amerika ve Avrupa'daki bazı firmalar bu panellerin içinde geri dönüştürülen kâğıt lifleri kullanmaktadır. Alçılı levhalar normalde alçı, su, lignoselülozik liften yapılır. Magnezyum çimentolu levhaların portland çimentolu ve alçılı levhalara göre fiyatının daha yüksek olmasına rağmen üretimde portland çimentoluya göre bazı avantajları vardır. İlki lignoselülozik materyallerin içerisindeki çeşitli şekerler magnezyum çimentosunun yapışma vb. işlemlerini daha az etkiler. İkincisi, üretim boyunca magnezyum çimentosu yüksek su içeriğine daha dayanıklıdır. Magnezyum çimentolu levhalar suya duyarlı olarak kabul edilse de bu levhalar suya, alçılı levhalara göre daha az duyarlıdır. Magnezyum çimentosunun başarılı bir uygulaması iç kısımlardaki tavan ve duvarlar için düşük yoğunluktaki panel üretimidir. Bu panel ürününün üretilmesinde, odun yünü (excelsior) düşük yoğunluktaki taslağa dönüştürülür. Bu taslağa magnezyum çimentosunun sulu solüsyonu püskürtülür, preslenir ve panellere kesilir. İnorganik madde-odun kompozitleri içerisinde en yaygın olan Portland çimentosuyla üretilen kompozitlerdir. Portland çimentosu su ile birleştğinde hemen hidrasyon adı verilen reaksiyona girer ve bu işlem sonunda oldukça sert bir hal alır. Portland çimentolu kompozitlerin düşük yoğunlukta olanları odun yünü ile, yüksek yoğunlukta olanları ise yonga veya liften yapılır. Düşük yoğunluktaki ürünler iç kısımlarda tavanda ve duvar panelleri olarak kullanılır. Portland çimentolu panellerin ses izolasyonu da iyidir. Yüksek yoğunluktaki levhalar ise yangın kapılarında, yük taşıyıcı duvarlar, dekoratif çatı kiremitleri, preslenmemiş büzlerin yapımında, binalarda yer döşemesi ve çatı örtüsü olarak kullanılır (Moslemi, 1990; Maloney, 1996; Anon. 1999; Güller, 2001'den).

1.2.6.3 Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde; sentetik reçinelere ilave edilerek kullanılan katkı maddeleri; sıcak presleme esnasında tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, yanmayı geciktirme, preste sertleşmeyi hızlandırma, stabilite sağlama, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilirler (Baharoğlu, 2010).

Hidrofobik Maddeler

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar.

Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez (Baharoğlu, 2010).

Yonga levhalarda tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla %0,3–0,5; yapraklı ağaçlarda ise %0,5–1 oranında parafin kullanılmaktadır. Yapılan bir çalışmada, proponik anhidrit kullanımı yonga levhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır. Hundhauzen ve arkadaşları (2009) tarafından yapılan bir araştırmada, yonga levha üretiminde alkil keten dimer su itici madde olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Fakat alkil keten dimerin, parafin kadar su itici özellik göstermediği tespit edilmiştir. Yusuf (1996), odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yonga levhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir. Unchi (1996)'e göre ise odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki meydana getirmektedir (Baharoğlu, 2010).

Sertleştirici Maddeler

Üretimde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenmeye kadar sertleşmemeli, fakat preste hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir. Yonga levha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir (Baharoğlu, 2010).

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılır (Baharoğlu, 2010).

Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135–155°C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleştirici kullanılarak sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi, sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılabilir (Baharoğlu, 2010).

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140°C'de ki sıcaklıklarda sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir (Baharoğlu, 2010).

Koruyucu Maddeler

Yonga levhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal ve Clausen 2001; Işık, 2014'den).

Böcek, mantar ve diğer biotik 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 tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfid tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassastır (Kalaycıoğlu ve Özen 2009; Işık, 2014'den).

Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

- Yonga levhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
- Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
- Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
- Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
- Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır (Işık, 2014).

Yonga levha üretiminde kullanılan yongalar propionik anhidrit ile muamele edilmiş ve mantar çürüklük deneyi yapılmıştır. Yapılan uzun süreli testler sonucunda (6 yıl) propionik

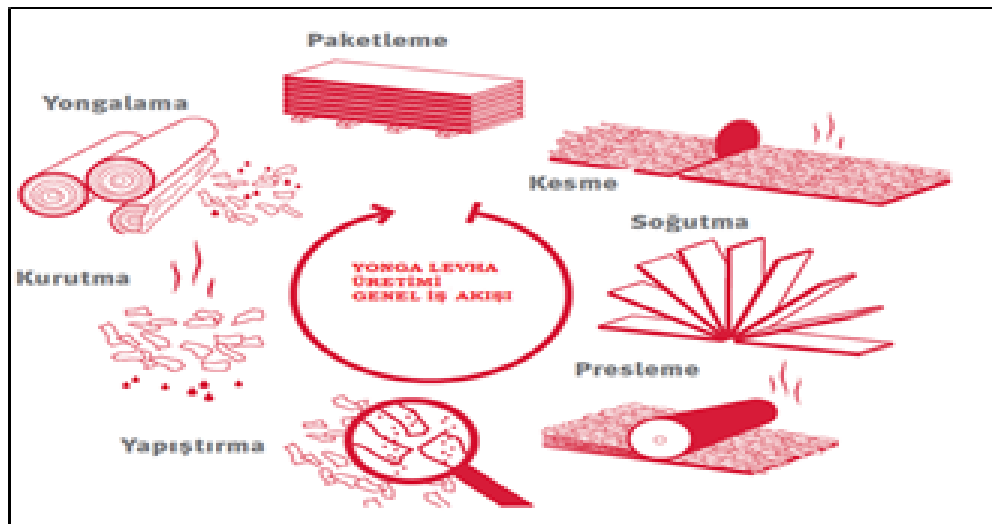
anhidritle emprenye edilmiş yongalardan üretilmiş yonga levhaların mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Işık, 2014).

Yanmayı geciktiren maddeler bazı levha tiplerinde uygulanmaktadır. Bu maddelerin kullanımı geniş çaplı değildir. Özellikle çocuk bakım evleri, hastaneler ve toplu konutlarda kullanılan levhalar emniyet sağlamak bakımından yanmayı geciktiren maddelerle muamele edilmektedirler. Bu maddeler büyük oranda duman teşekkülünü azaltmaktadırlar (Akkılıç, 1998).

Yonga levhalar ağaç malzemeden yapılmış olduğu için yanıcıdır. Yonga levhanın yanma süresi levha kalınlığına, özgül ağırlığına, levhanın direncine, kullanılan tutkal türüne ve odun cinsine bağlıdır (Özen, 1980). Fenolik tutkallar yüksek sıcaklıklarda değerlendirilmesi bakımından Üre formaldehit tutkalına göre daha dayanıklıdır (Akkılıç, 1998).

1.2.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Şekil 2’de görüldüğü gibi yonga levha üretimi için, önce odun hammaddesi, yongalama makinesinde yonga haline getirilir ve yaş yonga silolarına alınır. Kurutucuda kurutulan yongalar tasnif edilerek üst ve orta tabaka yongaları olarak ayrı silolarda depolanır.



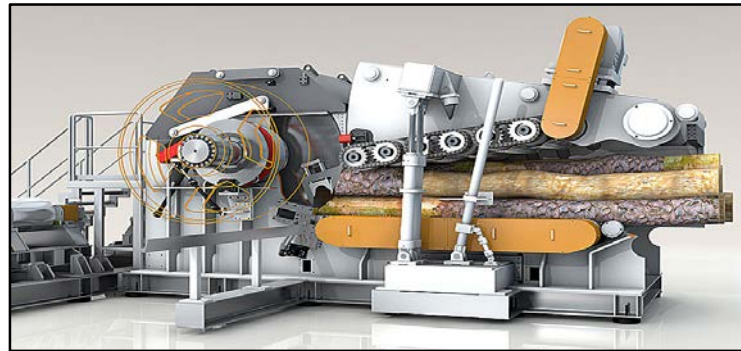
Şekil 2: Yonga levha üretim teknolojisi (Anon., 2015).

Daha sonra tutkal ve diğer kimyasallarla karıştırılır, üst ve orta tabakalar serme makinasıyla bant üzerine serilerek levha taslağı hazırlanır ve preste sıcaklık ve basınç yardımı ile plaka haline getirilir. Pres çıkışında soğutma, ebatlama ve istifleme işlemleri yapılır. Kondisyonlama için 1-3 gün bekletildikten sonra zımparalanarak satışa hazır hale getirilir (URL-3, 2014).

1.2.7.1 Yongalama

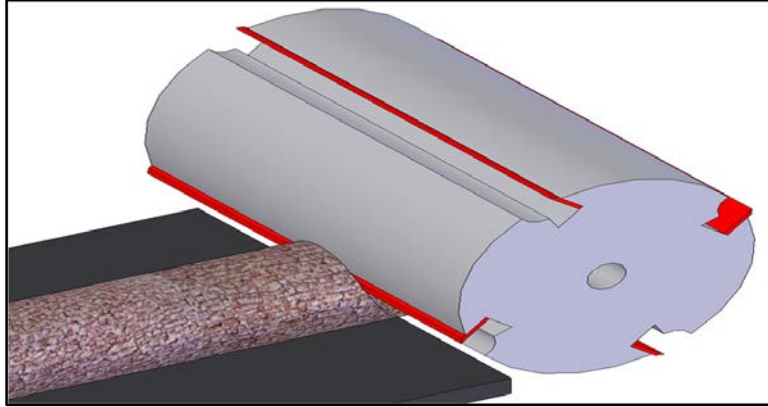
Yonga geometrisi levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Yongalar başlıca kesme, kırma veya ezme suretiyle elde olunur. Kesme suretiyle elde edilen yongalar levhaların yüzeylerinde, kırma şeklinde üretilen yongalar ise levhaların orta kısımlarında kullanılır. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler. Yonga levha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesme suretiyle veya kaba ve normal yongaların yeniden inceltme makinelerinden geçirilmesiyle elde edilen yongalardır. Bunlara kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denilmektedir (Özen 1980; Bozkurt ve Göker, 1990'dan).

Kaba yonga üretimi için silindir gövdeli yongalama makineleri kullanılır (Şekil 3). Bu tip makineler çeşitli firmalar tarafından üretilmiştir. Bu makinelerin ortak yanı, eksenine etrafında dönen silindir bir gövde üzerine değişik sayıda bıçakların monte edilmiş olmasıdır. Sabit gövde kısmında ise karşı bıçaklar bulunur. Dairevi hareket nedeniyle yongalar diskli yongalama makinelerinde olduğu gibi aynı kalınlıkta kesilmez; bunun pratikte büyük önemi yoktur (Özen, 1975).



Şekil 3: Kaba yongalama makinası (Drum Chipper) (URL-4, 2013).

Kaba yongalamada odun makineye liflere dik yönde kesilecek şekilde verilir (Şekil 4).



Şekil 4: Kaba yongalamada odunun liflere dik yönde kesilmesi (URL-5, 2015).

Genellikle makine gövdesinin alt tarafına keskin kenarlı ve yeteri kadar dayanıklı elek ilave edilmiştir. Yongalar elek deliklerinin genişliğinde olunca aşağıya düşerler. Böylece yongaların maksimum boyutları sınırlandırılmış olur. Bu sayede materyalin defalarca elenmesine ve kabalarının yeniden yongalanmasına gerek kalmaz. Gayeye uygun olarak değişik elekler seçilebilir (Özen, 1975).

Kaba yongalama makinelerinde yongaların uzunlukları kullanma amacına uygun olarak ayarlanır. Yonga levha üretimi için bu uzunluk 30-60 mm arasında değişir. Yonga boyutlarının levha özellikleri üzerine yaptığı etki çok önemlidir. Bu nedenle, ön görülen boyutlarda yonga üretmek ilk amaçtır. Bu da kaba yongalama ile başlar ve chips olarak adlandırılan kaba yongalar üretilir (Şekil 5). Bunun için de bıçak ve karşı bıçakların usulüne uygun olarak bilenmesi gerekir (Özen, 1975).



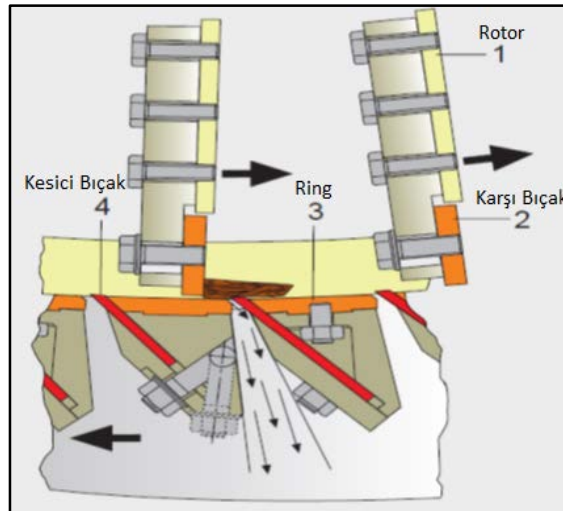
Şekil 5: Chipslerin genel görünümü (URL-6, 2011).

Bunun yanında Şekil 6’de görüldüğü gibi inceltici değirmenler kullanılarak kaba yongalama sonucu ortaya çıkan ve chips adı verilen kaba yongalama ürünleri üretimde doğrudan kullanılabilir boyutlara getirilirler (Çakmak, 2008).



Şekil 6: İnceltici değirmen genel görünüşü (URL-7, 2015).

İnceltici değirmenlerin çalışma prensipleri Şekil 7’de görüldüğü gibi, karşı bıçak ile kesici bıçak arasında kalan cipsler, sıkıştırma ve kesme kuvveti yardımıyla yonga haline gelerek aradaki boşluk vasıtasıyla üretime hazır hale getirilir (Çakmak, 2008).



Şekil 7: İnceltici değirmenin yongalama metodu (URL-8, 2015).

Şekil 8’da inceltici değirmenlere giren cipsler, değirmenin kapağında bulunan bir havalı ayırıcı yardımıyla içerisinde bulunan taş, metal vs. yabancı maddelerden ayrılarak değirmen içine girerler (Çakmak, 2008).



Şekil 8: Chipsin yonga haline getirilmesi (URL-9, 2015).

Kaliteli yonga levhalar için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0,15–0,25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0,3–0,5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden birçok faktör vardır. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile bir kısmı uygulanan teknoloji ile bir kısmı da makinelerin durumu ile ilgilidir (Kalaycıoğlu 1991; Çakmak, 2008’den).

1.2.7.2 Kurutma

Yongalama sırasında, odunun rutubeti LDN üzerinde olması gerektiğinden, genellikle, yonga rutubeti %35–120 arasında değişmektedir. Ancak, levha üretiminde, yonga rutubeti çok önemli bulunmaktadır. Yongaların fazla rutubetli veya kuru olması halinde, tutkal sertleşmesinin engellenmesi, levhanın patlaması, toz miktarı ve yangın tehlikesinin artması, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşması, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın olması gibi sorunlar çıkabilmektedir. Bunun için, levhanın presten

ıkış rutubetine göre, yongaların %3–6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir (akmak, 2008).

Ağaç türü, yoğunluğu, yonga boyutları, yonganın başlangıç rutubeti, kurutma makinesinin tipi ve çalışma sistemi gibi faktörlerin kurutma üzerine önemli etkisi vardır. Artan yonga rutubeti ile birlikte eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direnci artarken, kalınlık artımı değeri azalmaktadır (Roffael, 1987; Biçer, 2014'den).

Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Sonuç rutubeti normal kurutma şartları altında ve yonga kalınlığına bağlı olarak, iğne yapraklı ağaç yongaları için yaklaşık 100 saniye, yapraklı ağaç yongaları ise 200 saniye kurutma süresine ihtiyaç duyarlar (Kollmann vd., 1975; Biçer, 2014'den).

Genelde, yonga rutubetinin tutkallama öncesi %2-3 olması gerekir. Tutkallanmış yonga rutubetinin ise %10-18 arasında olması istenmektedir. Yongaların rutubet miktarları kullanılan tutkal tipine, miktarına ve pres öncesi yüzey tabakalarının nemlendirme derecesine bağlı olarak farklılıklar göstermektedir (İstek, 2010; Biçer, 2014'den).

Presleme tekniği bakımından dış ve orta tabaka yongalarının rutubetlerinin farklı olması faydalıdır. Bunun için; her iki tabakanın yongası da ayrı rutubete kadar kurutulur ve levha taslağı hazırlanırken ve hazırlandıktan sonra pres saçlarına su püskürtülür. Ya da dış tabaka yongaları daha az kurutulur (Karakuş, 2007).

Yongaların rutubetleri normalden fazla ise çok rutubetli yongalar sıcak presleme esnasında yonga levhanın orta kısmında buhar kabarcıklarının oluşmasına neden olurlar. Bunlar levha preste iken uzaklaşmazlarsa levha yüzeyinin bozulmasına ve tutkalın serleşmemesine neden olurlar. Bundan dolayı presten çıkan levhalarda da patlamalar oluşur (Bozkurt ve Göker, 1990; Karakuş, 2007'den).

Yongaların kurutulmasında ısı transferi doğrudan doğruya temas, konveksiyon ve radyasyon yoluyla ve bunların kombinasyonu şeklinde olur. 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 bağlıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2 kademede gerçekleşir; birinci kademede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademede ise higroskopik yani bağlı su uzaklaşmaktadır (İstek, 2010; Biçer, 2014'den). Dış tabakada kullanılan yongaların rutubetinin fazla olmasının faydaları;

- Pres yüzeyi ile beraber temas eden dış tabakanın suyu hızla buharlaşır ve bu buhar pres ısısının orta tabakaya doğru transferini kolaylaştırır ve çabuklaştırır.
- Sıcak buharın ve basıncın etkisiyle daha düzgün levha yüzeyi elde edilir.
- Sıcak buharın etkisiyle yumuşayan dış tabaka yongaları daha fazla sıkışarak dış tabakanın özgül ağırlığının yüksek olmasına, eğilme direncinin artmasını sağlar.
- Dış tabakanın rutubetli oluşu pres süresini uzatmaz. Isı transferi sağladığı için presleme süresini kısaltır. Böylece tesisin kapasitesini artırır (Biçer, 2014)

Yonga levha üretiminde çok çeşitli kurutucular kullanılmaktadır. Yonga kurutucularını sınıflandırsak;

- Döner silindirli kurutucular, döner jet kurutucular, borulu kurutucular(Şekil 9).
- Çok bandlı kurutucular.
- Kontakt kurutucular.
- Türbülülü kurutucular.
- Yanık gaz kullanan kurutucular.
- Süspansiyon tipi kurutucular (Biçer, 2014).

Yongaların çok kuru olmasının sakıncaları;

- Kurutma fırınlarında yanma tehlikesi artar ve tesis içinde toz miktarı artar.
- Yongalar pnömatik olarak taşıyorsa tehlikeli elektrostatik yüklemeler olur.
- Levhaların yanlarının alınmasından önce kenarlarda kopmalar ve kırılmalar olur.

- Presin kapanması sırasında hafif ve fazla kuru yongalar yüzeyden uçararak uzaklaşır. Dolayısıyla yüzey kalitesi bozulur (İstek, 2010; Biçer, 2014'den).



Şekil 9: Döner silindirli kurutma makinası genel görünüşü (URL-10, 2015).

1.2.7.3 Eleme (Tasnif)

Yongalama makineleri ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlarda yonga üretimi yapılamamaktadır. Değişik boyutlarda elde edilen yongalar karışık halde yonga levha üretiminde kullanılırsa yüzey düzgünlüğü bozulur ve porozite artar. Çok kaba yongalar orta kısımda toplanarak, levha kenarlarının kaplanmasını olumsuz yönde etkiler. Ayrıca çok küçük veya toz halindeki parçacıkların elimine edilmeden kullanılması durumunda bu parçacıklar çok fazla tutkal absorbe edeceğinden dolayı, yonga levhanın mekanik ve fiziksel dirençlerini düşürürler. Bu nedenle Şekil 10'da gösterilen mekanik elekler kullanılarak yonga boyutlarında bir sınıflandırmaya gidilir. Sınıflandırma genellikle kurutmadan sonra yapılır. Kurutulmadan sınıflandırmaya çalışıldığında, ince yongalar kaba yongalara yapışarak sınıflandırmanın gerektiği gibi yapılamamasına neden olur (Bozkurt ve Göker, 1985; Günsel, 2004'den).



Şekil 10: Mekanik elek (URL-11, 2015).

Yonga levha üretiminde yongalar heterojen olarak kullanılırsa üretilen levhalardaki yüzey düzgünlüğü bozulur ve bu levhaların kalitesini olumsuz yönde etkiler. Çok kaba yongaların levhanın orta kısmında aşırı şekilde kullanılması da levhanın sonraki kullanım aşamalarında sorun çıkarmaktadır. Çok küçük parçaların ve tozların kullanılması ise tutkallama, serme ve yapıştırma sorunları çıkarmaktadır. Bunlardan dolayı yongaların homojen duruma getirilmeleri için eleme işlemi gerekmektedir. Bunun için iki yöntem gösterilebilir. Bunlar;

- Yongaların içinde bulunan çok kaba ve çok ince kısımların uzaklaştırılması.
- Yongaların boyutlarına göre arzu edildiği kadar boyutlara ayırmaktır (Karakuş, 2007).

Sınıflandırma tamamlandıktan sonra çok ince, toz halindeki yongalar elimine edilir. Çok kaba yongalar tekrar ufalanmak üzere diskli veya elekli değirmenlere geri gönderilir. Geriye kalan yongalar en az ikiye ayrılarak; ince yongalar levhanın dış tabakalarında, kaba yongalar orta tabakalarda kullanılmak üzere ayrı ayrı depolanır (Akbulut, 2000; Günsel, 2004'den).

1.2.7.4 Depolama

Yonga levha fabrikalarında farklı işlemlerle muamele edilmiş yongaların depolanması için silolar kullanılmaktadır. Siloları yaş, kuru yonga ve talaş tozu için kullanılan silolar olarak sınıflandırmak mümkündür. Silolar yongalama makinelerinden gelen düzensiz olan yongaları toplamaya ve aynı zamanda kurutmaya öğütmeye veya tutkallamaya verilen yongaları toplayıp düzenli şekilde serme makinelerine vermektedirler (Karakuş, 2007).

Silolar yongaların hareket yönüne göre ikiye ayrılmaktadırlar. Bunlar;

- Horizontal silo (Şekil 11a).
- Vertikal silo (Şekil 11b)
- Döner silo (Biçer, 2014).

Siloların görevlerini şu şekilde sıralamak mümkündür;

- Yongaların bir işlemten diğer işleme akışını kontrol etmek, istenilen miktarda hammadde akışını sağlamak.
- Tutkallanmış yongaların toplanıp düzenli olarak serme makinesine verilmesi
- Yongalama işleminden başlayarak levha üretim aşamasına kadar çeşitli aşamalarda meydana gelebilecek kısa süreli arızalarda fabrikasyon akışı devamını sağlayabilme
- İşçi masraflarını azaltmak.
- Çeşitli üretim aşamalarında meydana gelebilecek kapasite değişikliklerinin üretim kapasitesini etkilemeyecek şekilde devamını sağlamak.
- Doldurma hızını eşit hale getirmek.
- Depolara giren ilk yongaların ilk olarak çıkışını sağlamak.
- Arzu edilen yonga karışımlarını elde etmek (Biçer, 2014).



a. Horizontal silo (URL-12, 2016).

b. Vertikal silo (URL-13, 2015).

Şekil 11: Depolama amacıyla kullanılan silolar.

1.2.7.5 Tutkallama

Levha kalitesini, ağaç türü yanında, büyük ölçüde yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir. Bu nedenle, yongaların tutkallanmasında noktasal tutkallama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde, tutkal çözeltisi çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine püskürtülmektedir(Şekil 12) (Çakmak, 2008).



Şekil 12: Tutkallama ünitesi genel görünüşü (URL-14, 2013).

Tutkallamaya, yonga geometrisi, yüzey düzgünlüğü ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketi etki etmektedir. Yonga levha üretiminde, m²'ye 2 gr. kuru, 8–12 gr. da sıvı tutkal uygulanmaktadır (Çakmak, 2008).

Diğer yandan, ağır yongalara az, hafif ve ince yongalar ile odun tozlarına ise daha fazla tutkal isabet ettiğinden yongaların tasnif edilerek tutkallanması gerekmektedir. Bu amaçla hava girdaplı, yüksek basınçlı ve merkezkaç enjektörleri ile tutkallama silindiri ve vantilatörler kullanılmaktadır (Özen 1980; Çakmak, 2008'den).

Şekil 13'de en çok kullanılan enjektörlü tutkallama makinası görülmektedir.



Şekil 13: Tutkallama makinası genel görünüşü (URL-15, 2015).

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesi kullanılmaktadır. Bu depoların iki fonksiyonu olup birincisi tutkallama makineleri ile dozaj makineleri arasında depo görevi yapmak diğeri ise depoda bekleyen tutkallı yongayı karıştırarak homojen hale getirmektir (Çakmak, 2008).

1.2.7.6 Serme

Tutkallama makinelerden çıkan yonga levhaların homojen bir taslak halinde serilmesi işlemine hazır hale getirilmesi yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek bir hata, levhanın fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığın değişmesine, bununla birlikte uygun preslemenin yapılamamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıkta değişiklikler, levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğrilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yonga levhalar da özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır (Avcı, 2007).

Bu aşamada yapılacak hatalar örneğin; yonga dağılışındaki meydana gelecek bir eksiklik sadece fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığın değişmesini etkilemekle kalmayacak levhaların uygun bir şekilde preslenmesini de etkileyecektir (Çakmak, 2008).

Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Levha taslağı serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir. Tutkallanmış yongalar çeşitli serme sistemlerinden biri ile serilerek gevşek ve kalın bir keçe oluşturur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 misli kadar olmaktadır (Özen 1980; Çakmak, 2008'den).

1.2.7.7 Presleme

İstenilen yoğunlukta yonga levha üretebilmek için levha taslağının preslenmesi gerekmektedir. Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Levha taslağı, doğrudan sıcak prese verilirse, pres katları arasındaki açıklık artmakta, dolayısıyla, presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır. Ayrıca, yüzey düzgünlüğü bozulmakta, yüzey ve orta tabaka iyice kenetlenmemekte, ince yongalar sarsıntı ile alt tabakaya kayarak levha simetrisi bozulmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15–20 kg/cm² arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker 1985; Çakmak, 2008'den).

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; Biçer, 2014'den).

Sıcak presleme; taslağın ön görülen levha kalınlığında sıkıştırılması, yapıştırma için gerekli basıncın sağlanması, tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması, yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması gibi aşamalardan oluşturulur (Biçer, 2014).

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 (Biçer, 2014).

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; Biçer, 2014'den).

Yonga levha taslağı, levha özelliğini sıcak presler de kazanır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yonga levha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır (Özen 1980; Çakmak, 2008'den).

Son yıllarda gelişen teknolojiye bağlı olarak mamul kalitesinin yükseltilmesi ve bununla birlikte maliyetlerin düşürülmesi söz konusudur. Bu maksatla seri üretime geçilmiş ve kapasiteler arttırılmıştır (Nemli vd., 2004). Şekil 14'de katlı pres (Multi Opening Press) gösterilmiştir.



Şekil 14: Katlı pres (Multi opening press) genel görünüşü (URL-16, 2013).

Sürekli pres sistemi birçok alanda klasik üretimin yerine geçmektedir. Odun kökenli levha üretiminde (MDF veya yonga levha) olduğu gibi laminat üretiminde de sürekli sistem tesisleri gitgide ön plana çıkmaktadır. Üretim, ısıtılan ve bazı sistemlerde soğutulabilen bir çift sürekli dönen çelik bant arasında yapılır (Nemli vd., 2004).

Sürekli pres sistemleri diğer üretim sistemleri ile karşılaştırıldığında; elektrik enerjisi ve işgücü tasarrufu bakımından avantajlıdır. Ayrıca; bu sistemle malzeme üretiminde materyal tasarrufu sağlanmakta, boyut alternatifi mevcut olmaktadır (Nemli vd., 2004).

1.2.7.8 Klimatize Etme

Pres sonrası levhaların dış yüzey sıcaklığı pres plakasının sıcaklığına yakın olduğu halde orta kısımların rutubet nedeniyle 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 Şekil 15’da görülen yıldız soğutucularda 60-70 °C ye kadar soğutulur (Biçer, 2014).



Şekil 15: Yıldız soğutma genel görünüşü (Fotoğraf: Aziz BİÇER 2014).

Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70°C’nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç düşüş görülmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir. Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemekten dolayı bir sakınca oluşmamaktadır (Güler, 2001; Biçer, 2014’dan).

Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar;

- Levhanın sıcaklığının dengelenmesi sağlanır.
- Levhanın denge rutubetine ulaştırılması sağlanır.
- Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir.
- Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve mekanik özelliklerde değişimler meydana gelir (Biçer, 2014).

1.2.7.9 Boyutlandırma

Boyutlandırma işlemi preslemeden sonra veya klimatize işleminden sonra yapılabilir. Yonga levhalar sıcak bir durumda iseler çok erken yapılan boyutlara ayırma işlemi elverişli değildir. Yan alma işlemi soğutma işleminden önce yapılırsa kenarların görünümü kaba olur. Yongalar kesilmeden koparak çıkar. Bunun için çoğunlukla soğutma işleminden sonra yapılır. Yan alma işlemi sırasında levha köşeleri birbirine dik olmalıdır. Yan alma işlemi için ise daire testere makineleri kullanılmaktadır (Biçer, 2014).

Şekil 16'da ebatlama ünitesinin genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 16: Ebatlama ünitesi genel görünüşü (URL-16, 2013).

1.2.7.10 Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildir. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için Şekil 17'de gösterilen ve genellikle 2-4 silindirli zımparalama makineleri ile zımparalanır (Biçer, 2014).



Şekil 17: Zımpara makinası genel görünüşü (URL-16, 2015).

1.2.7.11 Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırma

Preslemeden hemen sonra veya zımparalama işleminden önce levhanın kalınlığı ölçülür. Bu ölçüm sonucunda kalınlık sapmaları $\pm 0,3$ mm'den fazla olanlar 2nci sınıf olarak işlem görürler. Sınıflandırılan levhalar 18-24°C sıcaklıkta %60-65 rutubet de olan depolarda zımparalandıktan sonra düz bir altlığın üzerine üst üste konarak istiflenir (Biçer, 2014).

1.3 Parafin ve Özellikleri

Parafin mumu, petrolden elde edilen renksiz, kokusuz bir mum çeşididir. Parafin mumu ilk defa 1829 yılında Carl Reichenbach tarafından odun katranından; daha sonra bütümlü tabakalardan; 1867'den sonra da petrolden elde edildi. 1947'de de sentetik parafin mumu yapıldı (URL-17, 2015).

Sentetik parafin mumu, İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra Fischer-Tropsch tekniğiyle elde edildi. Bu metotta hammadde kömürdür. Kömürden elde edilen karbon monoksit ve H_2 karışımından manyetik demirin katalitik etkisiyle hidrokarbonlara dönüşür. Elde edilen ürünlerden bir kısmı parafin mumudur. Bunlar çok beyaz olup, petrolden yapılan parafin mumlarından daha serttir. 50-55 karbon bulunduran sentetik parafinlerin molekül ağırlığı ortalama 750 civarındadır. Bazı özelliklerden dolayı petrolden yapılan mumların yerine kullanılır (URL-25, 2015).

Parafin Latince "*Parum afinis*" reaksiyonlara az yatkın tabirinden adını almış olup, C_nH_{2n+2} genel formülünde petrolerin asıl bir birleşimidir. Ham petrolerin parafin miktarı kökenlerine göre geniş sınırlar içinde değişebilmektedir. Teknikte parafin petrolden ve esmer kömür katranından elde edilebilen, ortalama 15°C'lik oda sıcaklığında katı olan, düz zincirli doygun hidrokarbonların $C_{23}H_{48}$ ile $C_{35}H_{72}$ arası karışımlarından ibarettir (Genellikle %97'den daha çok hidrokarbon ihtiva eder. Karbon muhteviyatı %83-87, hidrojen ise %11-14'tur. Kalan elementler ise O, N ve S'dir) (Akkayan ve Özden, 1988). Bunlarla birlikte parafin waxlar aşağıda sözü edilen genel özellikleri taşırlar;

- Tepkime vermez.
- Toksik etki taşımaz.
- Su geçirgenliği yoktur.
- Renksizdir.
- Yakıt olarak kullanılabilir (URL-18, 2015).

Erime noktası; farklı fraksiyonlarda karbon atomu sayısına göre ayrıcalık göstermekteyse de, daima düşüktür. Nitekim en düşük molekül ağırlığına sahip parafinin erime noktası 30°C kadardır. Ancak bütün parafin türlerinin erime noktaları (43–65°C) arasında değişmektedir. Parafinler dar manada erime noktalarına göre sınıflandırılmaktadır. Şöyle ki; yaklaşık olarak 30°C'den yukarı sıcaklıkta eriyen ürünlere teknik parafin denilmektedir. Bunlar da kendi aralarında 30-40°C arasında eriyenler kibrit parafini, 38-42°C arasında eriyenler yumuşak, 44-46°C arasında orta ve 50-65°C arasında eriyenler sert parafin olarak isimlendirilmektedir. Şekil 18'de sert parafin görülmektedir. Ticaretle sert parafinlerin yağdan ari kalitesine blok parafin, yağlı olanlarına pul parafin denilmektedir. Parafinin ticari değeri erime noktasının yükselmesi ile artmaktadır. Erimiş parafinin viskozitesi düşüktür. Ayrıca parafin sert, parlak, yapışkan olmayan ancak ısı ile yapışan, kopma dayanımı yüksek, suya ve su buharına karşı dirençli tabakalar meydana getiren özelliklere de sahiptir. Parafin mumu kristal yapıdadır (Akkayan ve Özden, 1988).



Şekil 18: Sert parafin (URL-19, 2015).

Teknik bakımdan kristal yapılarına göre iki türlü parafin mumu vardır.

- Makro kristalin: Kristal parafin de denilmektedir. Yağsız, tasfiye görmüş haliyle beyazdan açık sarıya kadar açık renkte şeffaf ve gevreklerdir. Kristaller uzun, dar ve plakaya benzer şekillerdedir. Bu nedenle gevrek tabakalar meydana getirmektedirler. Hafif petrol destilatlarında bulunmaktadır. Erime noktası 49-69°C'dir.
- Mikro kristalin: Ağır petrol destilatlarında bulunup, yağsız ve tasfiye görmüş halde beyaz ve açık sarıdan kahverengine kadar renkte, şeffaf olmayan, yüksek donma sıcaklığında dahi yapışma özelliğindedir. Erime noktası 60-77°C'dir. İki parafin mumu arasındaki fark kimyasal yapılarından kaynaklanmaktadır. Makro kristal yapıda düz zincirler yani normal parafinler, diğerinde ise dallanmış hidrokarbonlar yani isoparafinler hâkim durumda bulunmaktadır (Akkayan ve Özden, 1988).

Parafin mumu hammadde olarak parafin temelli yağlardan elde edilir. Ancak parafin kendisini taşıyan yağla aynı sıcaklıkta kaynadığı için destillenme ile elde edilememektedir. Bu nedenle özel metotlar geliştirilmiştir. Petrol sanayiinde ince ve orta kıvamdaki yağlama yağlarından parafin çamuru ve katı normal parafin karışımlarından ibaret bir kütle elde edilir. Bu da rafine parafin çeşitlerinin istihsalı için çıkış maddesi olarak kullanılır (Akkayan ve Özden, 1988).

Parafinin bulunduğu ortamdan ayrılması iki yöntemle olmaktadır.

- Ortamı düşük temperatür soğutarak billurlaşan parafini almak. Bu yöntemle yalnızca mikro kristalin parafini ayrılmaktadır.
- Ortama uygun çözücüler ilave edildikten sonra yine bir soğutma işlemi ile parafini çöktürmek (Akkayan ve Özden, 1988).

Bu yöntem de ise hem makro hem de mikro kristalin parafini ayrılmaktadır. Ağır yağlardan parafin istihsalinde yağ önce sülfat asidi ve ağartıcı toprakla tasfiye görmekte sonra hava ile soğutulmaktadır. Soğuma 2 kademedede yapılır, önce $+10^{\circ}\text{C}$ 'ye kadar soğutulur, sert parafin ayrılır, sonra -10° , -15°C 'ye kadar soğutulup yumuşak ve kibrit parafin elde edilir. Soğutma sırasında yatay kristalizatörlerde ve soğutma sıvısı içindeki soğuma levhalarında biriken billurlar, döner kazıcılar ile düşürülür. Toplanan parafinde henüz ağır yağ da bulunmaktadır. Bunun ayrımı "terletme metodu" ile yapılmaktadır. İki terletme yöntemi vardır;

- Kuru terletme: Karışım havada gayet yavaş ısıtılır ve yağ parafinden terleyerek dışarı akar.
- Yaş terletme: Büyük terletme kamaralarında karışım altı süzgeçli sandıklar içine yığılır (Akkayan ve Özden, 1988).

Evvela süzgeçlere kadar doldurulan sıcak su ile eritilir. Sonra soğuk su ile dondurularak ayrılmaktadır. Parafinde yağ kalması sertliğin ve dayanıklılığın düşmesine, koku vermesine neden olmaktadır. Parafin mumlarının büyük bir kısmı mumun su ve su buharına karşı fevkalade koruyucu etkisi yüzey kaplama özelliği, hava hallerindeki değişikliklere dayanma kabiliyetlerinden yararlanarak parafinli ambalaj kağıdı, koruyucu paketlenme kağıdı, rutubet geçirmez kağıt, karton ve mukavva üretiminde kullanılmaktadır (Akkayan ve Özden, 1988).

Bunun dışında parafinden ambalaj endüstrisinde, yalıtma ve tuvalet malzemesi olarak, eczacılıkta, patlayıcı ve plastik maddelerin yapımında, dokuma endüstrisinde ve elektrik malzemelerinin yapımında yararlanılır. Fiziksel özellikleri gereği parafinler oda sıcaklığında katı halde bulunurlar. Ancak bu özelliği göstermekle birlikte öteki hidrokarbonlarla da organik kimyada parafin genel adı altında toplanır (URL-20, 2015).

Likit Parafinin Kullanım Alanları;

- İlaç ve kozmetikte.
- Merhemler.
- Deri kremleri.
- Saç preparatları.
- Bebe yağları.
- Losyonlar.
- Rujlar.
- Masaj yağları.
- Gıda makinelerinin yağlanmasında.
- Besin-kimya ve genel sanayide.
- Tekstil.
- Kağıt sanayii.
- Haşare ilaçlarında.
- Polistiren imalinde yumuşatıcı.
- Özel deri yağlarında.
- Cila, mürekkep ve boya imalinde.
- Köpük kesme imalinde (URL-21, 2015).

1.3.1 Yonga Levha Üretiminde Parafin Kullanılması

Yonga levhalarda boyut stabilizasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bunu temin etmek üzere hidrofobik maddeler usulüne uygun bir şekilde kullanılmış olmalıdır. Bu taktirde şişme, çanaklaşma veya çarpılma hemen hemen görülmemektedir. Özellikle mobilya endüstrisinde kullanılan yonga levhalarda hidrofobik maddelerin kullanılması ile bu sakıncalar ortadan kaldırılmaktadır. Yongaların yeknesak dağılışı ve yapıştırıcı maddelerin miktarının uygun bir şekilde ayarlanması ile boyuna yönde şişme nispeten düşük bir düzeyde kalmaktadır. Kalınlıktaki şişme, yongaların sıcak preste yüksek basınç altında kalmaları ile değil aynı zamanda yonga levhaların porozitesinden (Porozite: Bir malzemenin boşluk hacminin toplam hacmine oranıdır ve % olarak belirtilir) ileri gelmektedir. Bu maksatla çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Ticarette kullanılan parafinin ergime derecesi 48-56⁰C arasında değişmektedir. Yonga levha endüstrisinde hidrofofik maddelerin kullanılış nedenleri şunlardır;

- Yüksek derecede su itici etkiye sahip olması.
- Ergime noktasının uygun bulunması.
- Diğer hidrofofik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik olmasıdır.
- Levha yüzeyinin parlak görünmesini sağlar ve albenisini artırır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Parafin emülsiyonunda maksimum katı parafin miktarı ağırlık bakımından %65'dir. Emülsiyonların homojen olması halinde parafin parçacıklarının çapı yaklaşık 1-5 mikrondur. Normal karıştırıcılar kullanıldığında parafin parçacıklarının çapı 14 mikronda kalmakta ve emülsiyonu depolama süresi nispeten düşük olmaktadır. Yonga levha üretiminde kullanılan parafin homojen olmalı, tutkal, sertleştirici, su ve emprenye maddeleri ile uyumlu bulunmalı, dozajı elverişli olmalıdır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhaya hidrofofik özellik kazandırmak için kullanılan maddelerden parafin, levhanın bazı direnç özelliklerini düşürebilir. Bu miktar tam kuru yonga ağırlığına oranla %1 veya daha az ise levhanın direnç özelliklerini etkilemez (Gündüz ve Masraf, 2005).

Parafin emülsiyon olarak ve %0,5-1 oranında kullanılır (Maloney, 1977). %1'in üzerinde parafin ilave edilmesi halinde direnç değerleri azalır. Bu azalmayı telafi etmek için levha yoğunluğu veya tutkal miktarı arttırılmalıdır (Heebink, 1967). Parafin ilave edilen levhalar yüzey kaplaması bakımından daha uygundur ve bu levhaların işlenmesi daha kolaydır (Lynam, 1969; Akbulut 1999'dan).

Karışıma ilave edilen parafin miktarı yeter derecede olmalıdır. Genellikle iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla %0,3-0,5, yapraklı ağaçlarda ise %0,5-1,0 parafin kullanılmaktadır. Tutkal ile karışık halde parafin kullanmada parafin emülsiyonu pülverize edilmeye nazaran daha az miktarda yeterli olmaktadır. Emülsiyon halinde olmayan ve ergimiş halde parafinde kullanılabilmekte ise de, bu taktirde aynı kalınlık şişmesi standardını elde edebilmek için %20-50 daha fazla parafin kullanmak gerekmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yapıştırıcı olarak fenol formaldehit kullanıldığında parafin emülsiyonu ayrı bir şekilde yongalara pülverize edilmelidir. Bu takdirde yonga yüzeyine dik çekme direnci, kalınlık şişmesi daha iyi bir düzeye çıkarılabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Üre formaldehit kullanıldığında ise parafinin etkisi olmamaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda higroskopisite (Higroskopisite: Ortamın atmosferik nemi absorbe etme kapasitesi.), üre formaldehit tutkalı kullanılmışlardan oldukça farklıdır. Çünkü %1 katı parafin kullanılmış fenol formaldehit levhaları %0,5 parafin kullanılmış üre formaldehit levhalarına nazaran 2 misli daha fazla su absorbe etmektedir. Bunun nedeni fenol formaldehit ile yapıştırılmış levhalarda, levha özgül ağırlığının daha yüksek bulunuşu ve fenol reçinelerinin yüksek alkali özelliğidir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yapılan çalışmalar sonucu parafinin sadece orta tabakada kullanılması veya tüm tabakalarda kullanılmasının yoğunluk profili üzerinde etkili olmadığı belirlenmiştir. Parafin kullanımı tam kuru yonga ağırlığına oranla dış ve orta tabaka yongaları için %0,5-1,0 oranları gibi düşük miktarlarda tutulduğu için yoğunluk değerlerinde herhangi bir değişimin olmaması beklenen bir sonuçtur (Nemli vd., 2006).

BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

Bu çalışmada, yonga levhaya verilen parafin miktarının yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerindeki değişimleri incelenmiştir.

Bu amaçla, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Fabrikası'nda 18 mm kalınlığında, 580 kg/m³ yoğunluğunda ve 2100×2800 mm ebatlarında yonga levhalar üretildi. Üretilen bu levhalara çeşitli miktarlarda parafin verilerek TS EN 325 (2014) standartlarına uygun olacak şekilde, istenilen boyutlarda örnekler kesildi. Her levha grubundan alınan numuneler üzerinde standartlara uygun denemeler gerçekleştirildi.

2.1.1 Deneme Levhaları

Bu araştırmada, deneme levhaları üretiminde yonga levha iş akışına bağlı olarak yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, ön presleme, sıcak presleme, klimatizasyon, ebatlama, zımparalama ve depolama işlemleri gerçekleştirildi.

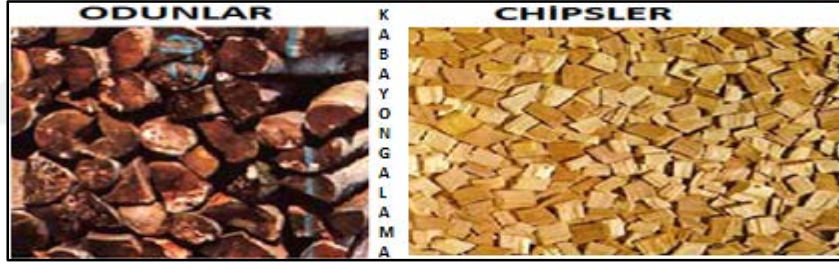
Deneme levhalarının üretiminde fabrikanın üretim şartlarına bağlı kalınarak, karışık olarak çam odunları (Karaçam-*Pinus nigra*, Sarıçam-*Pinus sylvestris* L, Kızılçam-*Pinus brutia*), meşe odunları (Sapsız meşe-*Quercus petraea*) ve kavak odunu (Ak Kavak-*Populus alba*) karışım halinde kullanıldı.

Kaba yongalama makinesi özelliklerine uygun olarak ortalama rutubetleri %55–105 ve çapları 7–40 cm arası olan yuvarlak odunlar Şekil 19'da gösterilen chipper kaba yongalama makinasında chips haline getirildi.



Şekil 19: Chipper kaba yongalama makinası.

Elde edilen chipslerin boyutları ortalama olarak 2×4 cm olarak ölçüldü. Odunun chips haline getirilmiş durumu Şekil 20’de verilmiştir.



Şekil 20: Chipsler (Anon., 2015).

Bu işlemten sonra chipsler, dozajlama ve depolama amacıyla Şekil 21’de görülen chips silolarına alındılar.



Şekil 21: Chips siloları dış görünüş.

Elde edilen chipslerin rutubet ve yoğunlukları ölçülüp aşağıdaki değerler elde edilmiştir.

Çam chipsi için rutubet %100,5; yaş yoğunluk 309,5 kg/m³; kuru yoğunluk 154,5 kg/m³.

Sert ağaç chipsi için rutubet %45; yaş yoğunluk 288 kg/m³; kuru yoğunluk 205,5 kg/m³.

Kavak chipsi için rutubet %81; yaş yoğunluk 230,5 kg/m³; kuru yoğunluk 127,5 kg/m³.

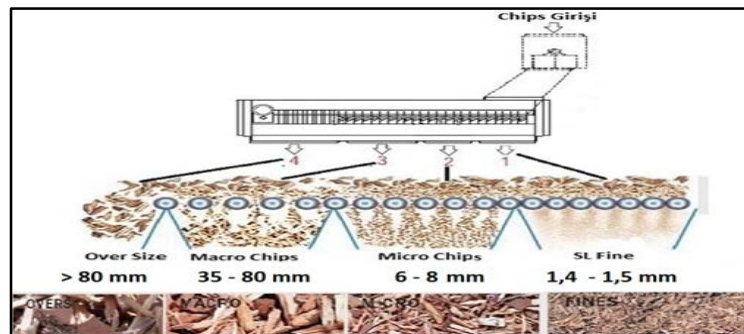
Bu siloların çıkışlarında aynı teknik özelliklere sahip boşaltma helezonları vasıtasıyla chipsler; %40 çam chipsi, %30 meşe chipsi ve %30 kavak chipsi karışımıyla dozajlanarak Şekil 22’de gösterilen diskli eleğe gönderildi. Chips karışımının rutubeti %72, yaş yoğunluğu 279 kg/m³, kuru yoğunluğu 162 kg/m³ olarak ölçüldü.



a. Diskli elek dış görünüşü. b. Diskli elek iç görünüşü.

Şekil 22: Diskli (Dyna-Screen) elek.

Bu makine chips haline gelen malzemenin farklı gronülometrilere (ölçülere) tasnif edilmesini sağlamak amacıyla kullanıldı. Bu tasnif sonucu ortaya çıkan elek altı malzeme (SL Fines–dust), micro chipsler, macro chipsler ve iri parçalar (over size) olarak adreslerine gönderildiler. Chipsler kalınlıklarına göre Şekil 23’de gösterilen ölçülere göre tasnif edildi.



Şekil 23: Diskli elek chips tasnifi (Anon., 2015).

Chipsler, diskli eleklerden boyutlarına göre inceltici değirmenlere taşınmıştır. Macro chipsler kalınlıkları 35-80 mm arasında olup macro inceltici değirmenlere, micro chipsler ise kalınlıkları 6-8 mm olup micro inceltici değirmenlerde yonga haline getirildi. Over size ebatlarında olan iri parçalar ise tekrar chips haline getirilmek üzere chipper yongalama makinasına gönderildi. SL Fine malzemeler ise micro değirmenlere alındılar. Şekil 24’de inceltici değirmenler görülmektedir.



Şekil 24: İnceltici değirmenler.

Yongaların içerisinde bulunabilecek metal parçacıklar değirmenlerin girişinde bulunan mıknatıs yardımıyla uzaklaştırıldı. Yine aynı şekilde taş ve kum gibi yabancı maddeler ise değirmenlerin kapak kısmında bulunan ve cleonomat adı verilen havalı ayırma sistemi ile dışarı atıldı. Kaba yongalar macro ve micro inceltici değirmenlerde 0,7 mm kalınlığa kadar inceltildiler.

Yongalar, istenilen kalınlığa gelince, bıçaklar arasından aşağıya düşerek makinenin altındaki zincirli taşıyıcı ile kurutma besleme silolarına taşındı.

Kurutma ünitesinde yonga ve talaşlar Şekil 25’de görülen kurutma besleme silolarından aşağıda gösterilen oranlarda çekilerek kurutucuya alındılar.

Macro yaş yonga	: %38 (Rut. %79; yaş yoğ. 140 kg/m ³ ; kuru yoğ. 78 kg/m ³)
Micro yaş yonga	: %54 (Rut. %79; yaş yoğ. 163 kg/m ³ ; kuru yoğ. 91 kg/m ³)
Şerit talaş (Saw dust)	: %5 (Rut. %113; yaş yoğ. 206 kg/m ³ ; kuru yoğ. 185 kg/m ³)
Reject yongası	: %3 (Rut. %9,5; yaş yoğ. 243 kg/m ³ ; kuru yoğ. 222 kg/m ³)



Şekil 25: Kurutma besleme siloları.

Silolardan alınan yonga/talaş karışımının rutubeti %78, yaş yoğunluğu 156 kg/m^3 ve kuru yoğunluğu 90 kg/m^3 olarak ölçüldü. Yongalar kurutucu giriş sıcaklığı 290°C ve çıkış sıcaklığı $123\text{-}128^\circ\text{C}$ olan ve Şekil 26'da görülen döner silindirik kurutucuda %1,0–1,2 rutubete kadar kurutuldular.

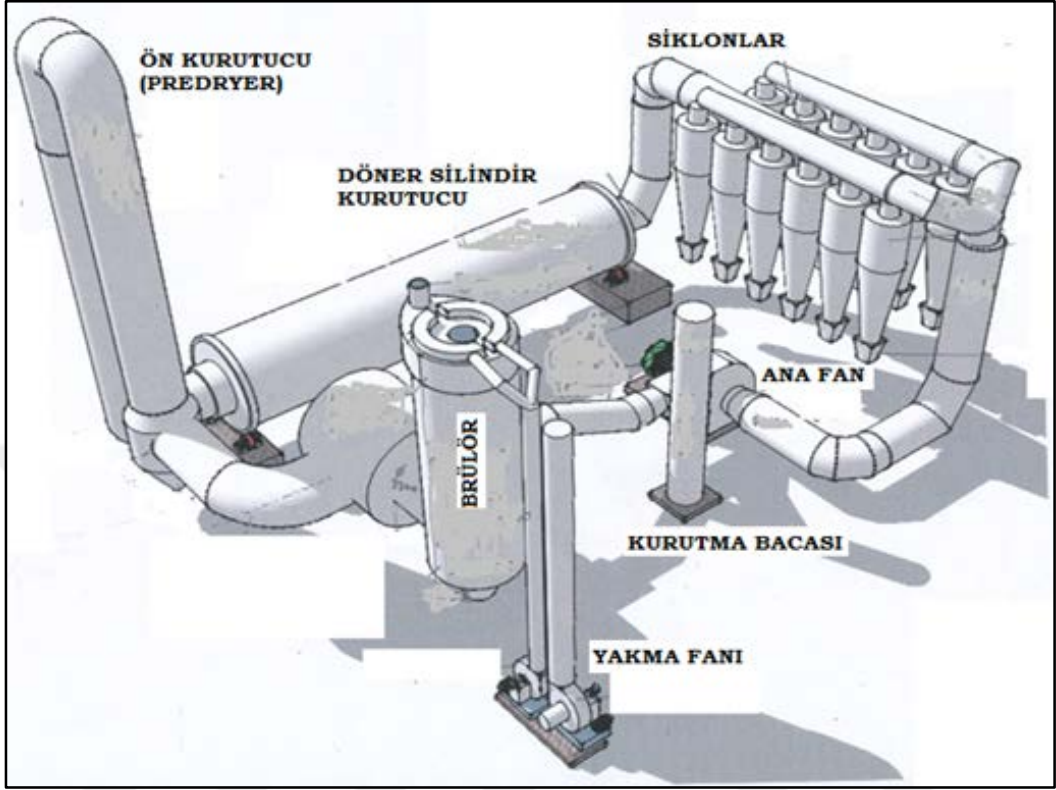


a. Döner silindirik kurutucu.

b. Kurutma ünitesi genel görünüşü.

Şekil 26: Yonga levha tesisi kurutma ünitesi.

Şekil 27’de görüldüğü gibi kurutulan yonga ve talaşlar fan ve siklonlar yardımıyla eleme (tasnif) amacıyla eleklere gönderildiler.



Şekil 27: Yonga levha tesisi kurutma ünitesi (Çizen: Ufuk AYDIN, 2015).

Yongaların tasnif edilmesi için yongalar/talaşlar Şekil 28’de görülen sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme işlemi gerçekleştirildi.



a. Elek yan görünümü.

b. Elek giriş bölümü

Şekil 28: Yonga/talaş tasnif elekleri.

Sarsıntılı eleklerin fraksiyonları olarak Şekil 29’da gösterildiği gibi üst eleklerde gözenek ebatları olarak 6,0×6,0 mm; orta bölmelerdeki eleklerde 2,5×0,8 mm; alt bölmelerdeki eleklerde 0,237×0,237 mm elekler kullanıldı.

6 x 6	6 x 6	6 x 6	6 x 6	→ OVERSİZE SİLOSUNA
2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	2,5 x 0,8	→ OT KURU YONGA SİLOSUNA
0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	0,237 x 0,237	→ ÜT KURU TALAŞ SİLOSUNA
↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	↓ ↓ ↓	→ YAKMA ÜNİTESİ SİLOSUNA

Şekil 29: Elek fraksiyonları.

6,0×6,0 mm gözenek ebatlarındaki eleklerin üzerinde kalan büyük ebattaki yongalar (rutubet %1,73 ve yoğunluk 65 kg/m³) inceltmek amacıyla çekiçli değirmene gönderilerek üretime alınması sağlandı. 2,5×0,8 mm gözenek ebatlı eleklerin üzerinde kalan yongalar Orta Tabaka (OT) kuru siloya ve 0,237×0,237 mm eleklerin üzerindeki talaşlar Üst Tabaka (ÜT) kuru siloya adresleme yapıldı. Bu eleğin alt kısmına geçen tozlar (rutubet %0,8 yaş yoğunluk 200 kg/m³ ve tam kuru yoğunluk 198 kg/m³) ise yakıt olarak kullanılmak üzere yakma tozu silosuna gönderildi.

OT kuru yonga silolarından alınan yonga numunelerinin rutubeti %1-1,2; dökme yoğunluğu 115-120 kg/m³ ve ÜT kuru talaş silolarından alınan talaş numunelerinin rutubeti %1-1,2; dökme yoğunluğu 160-165 kg/m³ olarak ölçüldü. Kuru yonga/talaş siloları Şekil 30’da gösterilmektedir.



Şekil 30: Kuru yonga/talaş silosu.

OT ve ÜT kuru silolardan dozajlanarak alınan ~%1,0–1,2 rutubet arasındaki yongalar ve talaşlar ayrı ayrı OT ve ÜT tutkallama makinalarında pulverize şeklinde püskürtülen tutkal çözeltisi ile karıştırıldı. Bu amaçla kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri Tablo 2’de verildi.

Tablo 2: Üre formaldehit tutkalının özellikleri.

SPESİFİKASYONLAR	BİRİM	OT	ÜT
Katı madde	%	62	57
Viskozite	cps	280	75
Akma zamanı	Sn	60	18
pH	-	8,3-8,5	8,3-8,5
Yoğunluk	gr/cm ³	1270	1250
Serbest formaldehit oranı	%max.	0,14	0,077
Jell time	Sn	44-45	-
Depolama süresi	Gün	90	90

Deneme levhalarının üretiminde, 1,06 gr/cm³ yoğunluğa sahip amonyum klorürün (NH₄CL) %20’lik sulu çözeltisi kullanıldı. Levhaların su alma ve kalınlık artışını azaltmak için katı madde oranı %60 ve yoğunluğu 0,96 gr/cm³ olan beyaz renkli parafin emülsiyonundan yararlanıldı.

Tutkalama esnasında Şekil 31’de görülen OT ve ÜT için 5 enjektörlü tutkallama makinaları kullanıldı. Tutkalın mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması ve böylece bütün yonga/talaş yüzeylerinin tutkalla temas etmesi sağlandı. Bu amaçla tutkallama makinası üzerinde bulunan ve tutkal çözeltisini çok küçük parçacıklara ayırabilen hava üfleli enjektörlerden faydalanıldı.

Yonga levhaların OT ve ÜT katmanlarında kullanılan tutkal reçetesi farklılık göstermiştir. OT’nın sıcak preste iyi bir şekilde sertleşmesini sağlamak için daha fazla sertleştirici ilave edildi. ÜT talaşların sıcak prese girmeden ön sertleşme olmaması için daha az sertleştirici

kullanıldı. Ayrıca ÜT rutubet miktarının OT'dan yüksek olması için daha fazla su kullanıldı.



Şekil 31: Tutkallama makinası.

Tablo 3-4'de OT ve ÜT için tutkallama amacıyla hazırlanan çözeltinin spesifikasyonlarını ve miktarlarını gösteren reçeteler bulunmaktadır.

Tablo 3: OT tutkal çözelti reçetesi.

BİLEŞENLER	ORTA TABAKA REÇETE				
	Yoğunluk (Kg/m ³)	Konst. (%)	Hacim (Lt)	Ağırlık (Kg)	Saf Madde Mik. (Kg)
Tutkal	1,27	62,00	100,00	127,00	78,74
Su	1,00	-	5,00	5,00	-
Sertleştirici	1,06	20,00	13,00	13,78	2,76
TOPLAM	-	-	118,00	145,78	81,50
YOĞUNLUK (Kg/m ³)	1,24				
ÇÖZELTİ KONST. (%)	54,01				
KATI MADDE (Kg)	6,50				
100 KG YONGAYA GİTMESİ GEREKEN ÇÖZELTİ MİKTARI (Lt)	9,74				

Tablo 4: ÜT tutkal çözelti reçetesi.

BİLEŞENLER	ÜST TABAKA REÇETE				
	Yoğunluk (Kg/m ³)	Konst. (%)	Hacim (Lt)	Ağırlık (Kg)	Saf Madde Miktarı (Kg)
Tutkal	1,25	57,00	100,00	125,00	71,25
Su	1,00	-	70,00	70,00	-
Sertleştirici	1,06	20,00	2,00	2,12	0,42
TOPLAM	-	-	172,00	197,12	71,67
YOĞUNLUK (Kg/m³)	1,15				
ÇÖZELTİ KONST. (%)	36,15				
KATI MADDE (Kg)	11,50				
100 KG TALAŞA GİTMESİ GEREKEN ÇÖZELTİ MİKTARI (Lt)	27,76				

OT için hazırlanan çözeltinin jelleşme süresi 44-45 sn. gelirken, ÜT çözeltinin jelleşmediği gözlemlendi. OT yongasına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla %6,5 ve ÜT talaşına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla %11,5 tutkal verilerek serme taslağının oluşturulmasına hazır hale getirildi. Tutkallama işleminden önce OT yonga rutubeti %1,0-1,2 ve ÜT talaş rutubetinin %0,8-1,0 sonrasında OT yonga rutubeti %5,8–6,2 ve ÜT talaş rutubetinin %14,0–15,0 arasında olduğu görüldü.

Tutkallama makinaları çıkışı OT yonga ve ÜT talaşların dökme yoğunlukları kontrol edildiğinde ise OT için 150–155 kg/m³; ÜT için 185–190 kg/m³ olarak ölçüldü.

1m³ yonga levhanın ağırlığının 580 kg olduğu hesaplanarak, içerisinde bulunan odun/talaş hammaddesinin ve kimyasal maddelerin analizleri aşağıdaki Tablo 5’de gösterildi. Yonga/talaş miktarları atro ve %1,2 rutubet değerleri ayrı ayrı hesaplandı. Sadece parafin miktarının diğer bileşenlere göre miktar bakımından çok küçük değerlere tekabül etmesinden dolayı, parafin miktarı tabloda yer almadı. Bu tablodan da anlaşılabacağı gibi 1m³ (52,66 m²) levhada 1,28 kg/m² sıvı ve 0,76 kg/m² katı; 67,87 kg/m³ sıvı ve 40,35

kg/m³ katı tutkal kullanıldı. Aşağıdaki tabloya göre saatlik talaş ihtiyacı (%1,2 rutubet için) hesaplandı.

9.388 kg OT + 5.054 kg ÜT = 14.444 kg (%1,2 rutubet için)

16.712 kg OT + 8.998 kg ÜT = 25.710 kg (%78 rutubet için).

Tablo 5: 1m³ levhadaki hammadde ve kimyasal madde miktarları.

OT Yonga (Atro)	313,00 kg	ÜT Talaş (Atro)	169,20 kg
OT Yonga (%1,2 rut.)	316,80 kg	ÜT Talaş (%0,8 rut.)	170,60 kg
OT Tutkal	33,40 kg	ÜT Tutkal	34,47 kg
OT Su	1,31 kg	ÜT Su	19,30 kg
OT Sertleştirici	3,62 kg	ÜT Sertleştirici	0,59 kg

Tablo 6’da farklı miktarlarda kullanılan parafinin, yonga/talaş hammaddesinin tam kuru ağırlığa oranları verildi.

Tablo 6: Parafinin tam kuru yonga/talaş ağırlığına oranları.

SIRA NO	ORTA TABAKA (ml/dk)	ÜST TABAKA (ml/dk)	PARAFİNİN OT TAM KURU YONGA AĞIRLIĞINA ORANI (%)	PARAFİNİN ÜT TAM KURU TALAŞ AĞIRLIĞINA ORANI (%)	PARAFİNİN TOPLAM TAM KURU YONGA/TALAŞ AĞIRLIĞINA ORANI (%)
1	450	450	0,27	0,50	0,78
2	300	300	0,18	0,34	0,52
3	150	150	0,09	0,17	0,26
4	50	50	0,03	0,06	0,09
5	450	-	0,27	-	0,27
6	300	-	0,18	-	0,18
7	150	-	0,09	-	0,09
8	50	-	0,03	-	0,03
9	-	450	-	0,50	0,50
10	-	300	-	0,34	0,34
11	-	150	-	0,17	0,17
12	-	50	-	0,06	0,06

Tutkallama makinalarının çıkışlarında OT yongalar levhanın OT'sını seren serme odasına ve ÜT talaşlar ise ayrı ayrı alt ve üst tabakayı oluşturan serme odalarına alındılar (Şekil 32-33).



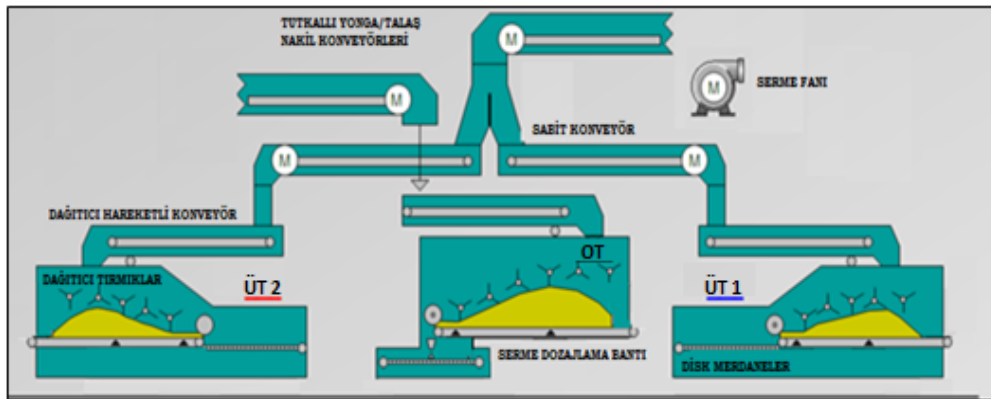
a. Serme makinası genel görünüşü.

b. ÜT serme makinası.



c. OT serme makinası merdaneleri.

Şekil 32: Serme makinası.



Şekil 33: Serme makinası şematik görünümü.

OT sermede diskli merdaneler yardımıyla mekanik serme; ÜT sermede ise mekanik serme ve talaşların yüzey ağırlığına göre havalı serme şeklinde levha taslağı oluşturuldu. Serme çıkışında oluşan levha taslağı Şekil 34’de görülmektedir.



Şekil 34: Serme çıkışı levha taslağı.

Serme esnasında serme dozaj bant hızları ile levhanın yoğunluğu 580 kg/m³ ve Eşitlik 1’den talaş/yonga oranı aşağıdaki gibi ayarlandı.

$$\frac{\text{SL Talaş Oranı}}{\text{CL Yonga Oranı}} = \frac{\% 35}{\% 65} \quad (1)$$

Serme çıkışında oluşturulan levha taslağının kalınlığı yaklaşık olarak 45 mm, genişliği 2150 mm ve ortalama rutubeti Eşitlik 2’den;

$$\text{Taslak Rutubeti} = (\text{ÜT Talaş Oranı} \times \text{ÜT Talaş Rutubeti}) + (\text{OT Yonga Oranı} \times \text{OT Yonga Rutubeti}) \quad (2)$$

Taslak Rutubeti=(0,35 x 6,0) + (0,65 x 14,5)=11,5% olarak ölçüldü.

Serilen taslak 220 bar basınç altında ön pres (soğuk presleme) işlemine tabi tutulduktan sonra, taslak yüksekliği %33 oranında sıkıştırılarak 30 mm ve genişliği 2220 mm ebatlarına geldi (Şekil 35).



Şekil 35: Ön pres girişi levha taslağı.

Soğuk pres sonrası taslak kenarları ebatlanarak genişliği 2160 mm haline getirildi (Şekil 36).



a. Ön pres çıkış görünümü.



b. Ön pres giriş görünümü.



c. Ön pres üst görünümü.

Şekil 36: Ön pres.

Soğuk pres sisteminin en önemli faydası, sıkıştırma sonucu levha taslağına mekanik sağlamlık kazandırarak, nakil bantlarından geçiş ve prese giriş esnasında, oluşan formun bozulmamasını sağlamaktır (Şekil 37).



Şekil 37: Ön pres çıkışı levha taslak görünümü.

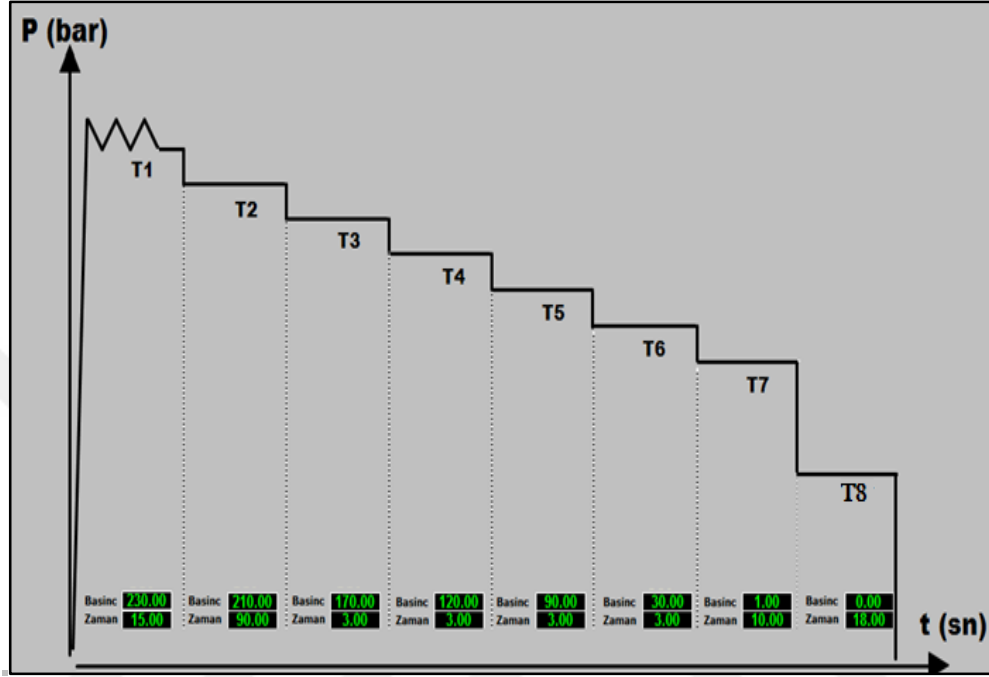
Bundan sonraki aşamada levha taslakları Şekil 38’de görülen katlı sıcak prese taşınmıştır.



Şekil 38: Katlı pres.

Levha taslakları 7 katlı sıcak preste 145 sn. zaman boyunca 192°C sıcaklıkta basınç altında pişirilmişlerdir.

Aşağıdaki diyagramda presin basınç–zaman değişimi görülmektedir (Şekil 39).



Şekil 39: Pres basınç-zaman diyagramı.

Presin basınç-zaman diyagramı incelendiğinde;

- T1: Presin kapanması ve yüksek basınç uygulanması: 15 sn süreyle 230 bar basınç uygulandı. Bu aşamada levha ezilmesi, yonga/talaşlarda plastikleşme başladı. Aynı zamanda OT'ya sıcaklık iletimi başladı. T1 kademesinde uygulanan basınç kuvveti miktarı ve süresi levha yüzey yoğunluğunu ve sertliğini etkilemektedir.
- T2: Orta basınç uygulanması: Bu aşamada levhalara 90 sn boyunca 210 bar basınç uygulandı. Bu süre zarfında OT'ya sıcaklık iletimi tamamlandı. Levhada tutkal reaksiyonu başladı ve stabil hale gelmeye başladı.
- T3–T4–T5–T6: Levhalara uygulanan basınç 3 sn aralıklarla çeşitli basınç değerlerine kademeli olarak tahliye edildi. Bu sürelerde levhanın pişirilmesi ve dış tabakanın yüzey sertleşmesinin tamamlanması gerçekleştirildi. Levhanın pişirilmesi tamamlandı.

- T7: Levhanın üzerinde basınç tahliyesi tamamlandı ve buhar atması için hazırlandı.
- T8: Levhaların buhar atması gerçekleştirildi.

Preste uygulanan süre Eşitlik 3'teki gibidir.

$$\text{Toplam Pres Süresi (Sn)} = \text{Pişirme Süresi (Sn)} + \text{Ölü Zaman (Sn)} \quad (3)$$

$$\text{Toplam Pres Süresi} = 145 + 35 = 180 \text{ Sn}$$

Bu durumda net pres faktörü 7,63 sn/mm; brüt pres faktörü ise 9,47 sn/mm (Eşitlik 4-5) ve spesifik pres faktörü ise 29,35 kp/cm²'dir (Eşitlik 6).

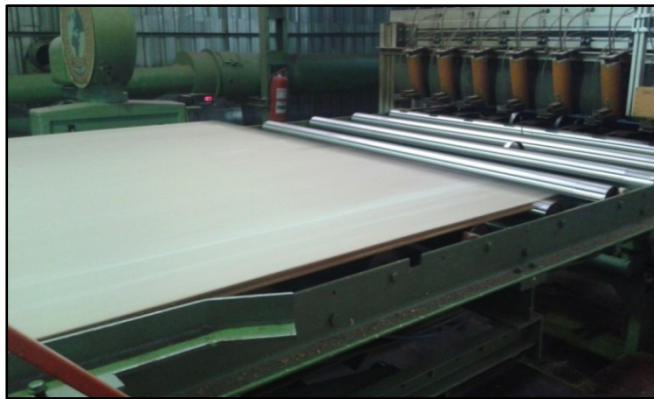
$$\text{Net Pres Faktörü} = \frac{\text{Pişirme Süresi (Sn)}}{\text{Ham Levha Kalınlığı (mm)}} = \frac{145}{19} = 7,63 \frac{\text{Sn}}{\text{mm}} \quad (4)$$

$$\text{Brüt Pres Faktörü} = \frac{\text{Toplam Süre (Sn)}}{\text{Ham Levha Kalınlığı (mm)}} = \frac{180}{19} = 9,47 \frac{\text{Sn}}{\text{mm}} \quad (5)$$

$$\text{Sps. Pres Bas.} = \frac{\text{Max.Bas. (Bar)} \times \pi \times (\text{Piston Mil Yarıçapı})^2 (\text{cm}^2) \times \text{Piston Adedi}}{\text{Ham Levha Genişliği (cm)} \times \text{Ham Levha Uzunluğu (cm)}} \quad (6)$$

$$\text{SPESİFİK PRES BASINCI} = \frac{230 \times 3,14 \times 25^2 \times 8}{217 \times 567} = 29,35 \frac{\text{Kp}}{\text{cm}^2}$$

Presten çıkan levhalar (Şekil 40) 2170x5670±5 mm ebatlarında ham olarak üretilip klimatizasyon amacıyla yıldız soğutuculara taşındı.



Şekil 40: Pres çıkışı ham levha.

Şekil 41’de gösterilen yıldız soğutuculara alınan levhalar klimatizasyon için yeterli süre bekletilerek rutubet ve sıcaklık dengesi sağlandı.



Şekil 41: Yıldız soğutucu (Fotoğraf: Ekrem ÇAKMAK, 2008).

Bu aşamada levhalar yıldız soğutucularda bir tur attıktan sonra döner rulolar vasıtasıyla taşınarak ebatlamaya gönderildi. Pres çıkışında ham levhaların kalınlığı ortalama 19,0 mm ve ebatları ise $2170 \times 5670 \pm 5$ mm’dir. Ebatlamada daire testere makineleri yardımıyla net boyutları olan 2100×2800 mm’ye getirildi. Şekil 42’de ebatlama ünitesi görülmektedir.



Şekil 42: Ebatlama ünitesi.

Üretimi gerçekleştiren deneme levhaları Şekil 43’de görülen zımpara makinalarından geçirildi. Bu amaçla K1-K2-NS-FS-İMEAS olarak adlandırılan ve 10 kafa olan zımpara

makinasından FS makine kapatılarak, 40–60–80–100 kum zımpara bantları kullanılarak kalınlık hataları giderilmiştir.



Şekil 43: Zımpara makinası.

Zımpara çıkışında levhanın son kalınlığı 17,8 mm olarak gerçekleşti. Sonraki süreç olarak mamul ambar depolama alanına forklift aracılığıyla taşındılar.

Bu aşamada levhalar kalite sınıflarına göre mamul ambar deposunda istiflendiler. Mamul ambar deposunda hava akımının olmamasına, zeminin düzgünlüğüne dikkat edilerek istifleme yapıldı.

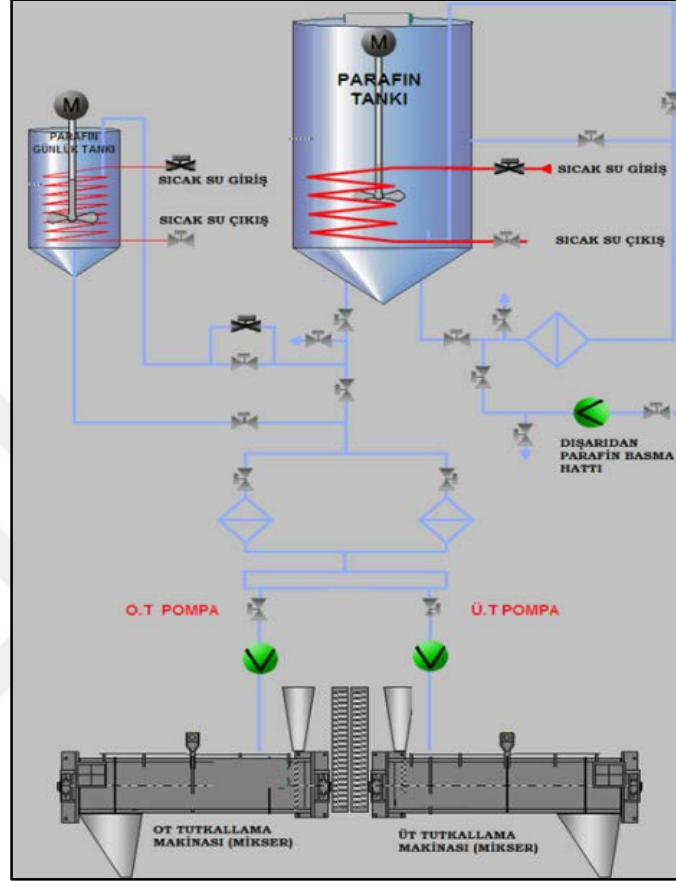
2.1.2 Parafin

Parafin %60'lık emülsiyon halinde tankerlerle temin edildi. Yapılan analizler sonucu elde edilen sonuçlara göre Tablo 7'de parafinin özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 7: Parafinin analiz değerleri.

SPESİFİKASYONLAR	SONUÇLAR
Fiziksel Görünüş	Beyaz süt (emülsiyon)
Koku	Hafif parafinik koku
Suda Çözünürlük	Dağılabilir
Katı Madde	%56-60
Özgül Ağırlık (20 °C)	0,94-0,98 gr/cm ³
pH	9-10
Viskozite	13-23 sn

Şekil 44’de görüldüğü gibi yaklaşık 30 ton kapasiteye sahip depolama tankına bir pompa vasıtasıyla gönderilen parafin akıcılık sağlanması amacıyla bu tank içerisinde serpantin borularından geçen sıcak su vasıtası ile 40-50°C arasında ısıtıldı.



Şekil 44: Parafin hattı.

Buradan vana ve borular vasıtasıyla karıştırma kazanına (günlük kullanım tankı) alınan parafin, ~45°C sıcaklıkta iken üretime verilmeye hazır duruma getirildi. Deneme üretimi esnasında karıştırma kazanından sulu dispersiyon halinde ÜT ve OT tutkallama makinasına ayrı ayrı birer pompa vasıtasıyla basılan parafin, tutkallama makinalarında bulunan 1’er adet enjektör vasıtasıyla püskürtülerek yonga/talaş ile karıştırıldı.

2.1.3 Deneme Levha Grupları ve Parafin Kullanım Miktarları

Deneme levhalarına parafin verilme miktarına göre deney levhaları, Tablo 8’deki gibi 1–13 arasında gruplandı. Tüm proses şartları aynı olacak şekilde levhalara parafin verilmesi kademeli olarak uygulanıp aşağıdaki şekilde gerçekleştirildi.

- İlk olarak orta tabaka yongalara ve üst tabaka talaşlara aynı miktarda kademeli azalmayla parafin verildi (1–2–3–4 numuneleri).
- Sonra üst tabaka talaşlara parafin verilmeyip orta tabakayı oluşturan yongalara kademeli azalmayla parafin verildi (5–6–7–8 numuneleri).
- Orta tabaka yongalara parafin verilmeyip üst tabakayı oluşturan talaşlara kademeli azalmayla parafin verildi (9–10–11–12 numuneleri).
- Son olarak hem orta tabaka yongalara hem de üst tabakayı oluşturan talaşlara parafin verilmeyerek karşılaştırma yapılacak olan kontrol levha numuneleri elde edildi (13ncü numuneler).

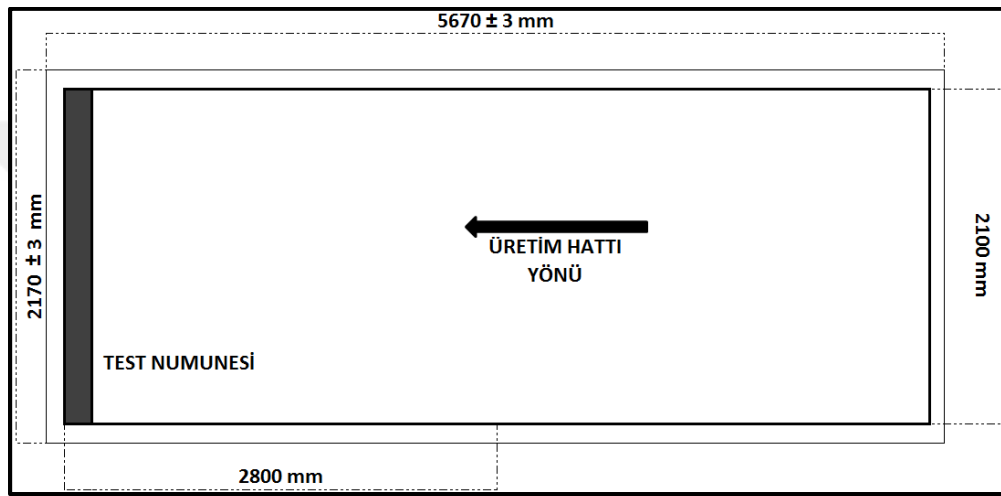
Tablo 8: Deney numunelerine verilen parafin miktarları.

DENEY NO	O.T. YONGAYA VERİLEN PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. TALAŞA VERİLEN PARAFİN MİKTARI (ml/dk)
1	450	450
2	300	300
3	150	150
4	50	50
5	450	-
6	300	-
7	150	-
8	50	-
9	-	450
10	-	300
11	-	150
12	-	50
13	-	-

2.1.4 Deneme Levhalarında Test Numunelerinin Kesilmesi

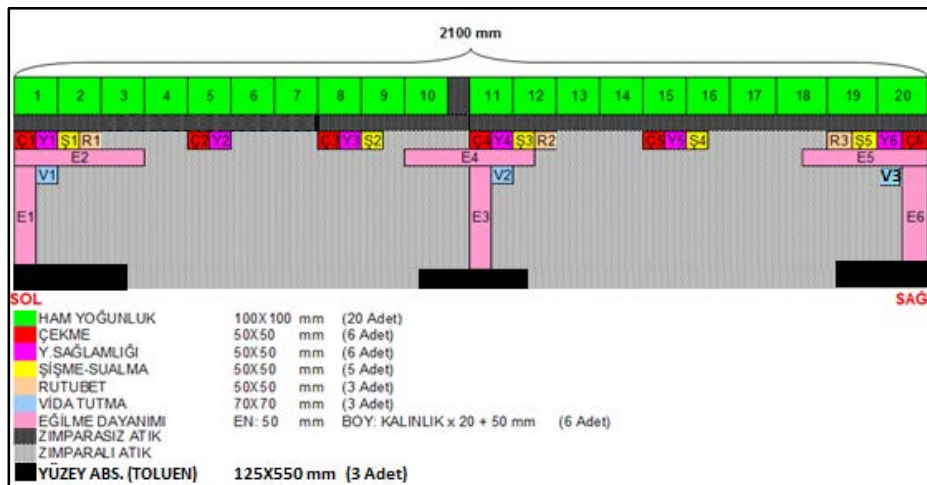
Araştırmada materyal olarak üretilen ham levhaların boyutları pres çıkışında $2170 \times 5670 \pm 5$ mm olarak ölçüldü. Ebatlama ünitesinde levha ebatları olarak 2100×2800 mm olmak üzere 2 adet levhaya kesilerek net ebatları ortaya çıkarıldı.

Test için kesilen parçalar, Şekil 45’de görüldüğü gibi, üretilen levhaların ön kısımlarından kesilerek tüm levhayı temsil etmeleri sağlandı.



Şekil 45: Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri.

Koyu renkle işaretlenen bölgeden aşağıda belirtilen Şekil 46’daki gibi TS EN 325 (2014) standartlarına göre test numunesi almak için kesim yapıldı.



Şekil 46: Test parçalarının kesim planı.

2.1.5 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Bu çalışmada yapılacak olan test metotlarının hangi standartlara göre yapıldığı ve numune ebatları ile sayıları Tablo 9’da gösterilmiştir.

Tablo 9: Test numuneleri TS EN standart tablosu.

TS EN NO	TS EN TANIMI	TEST ADI	NUMUNE EBATLARI (mm)	TEST PARÇA SAYISI (Adet)
TS EN 323-1 (1999)	Ahşap yonga levhalar-Özgül kütle tayini.	Yoğunluk (ölgül kütle) tayini	100×100	6
TS EN 322 (1999)	Ahşap levhalar-Rutubet miktarının tayini.	Rutubet tayini	50×50	3
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içersine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Su alma tayini	50×50	5
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içersine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini.	Şişme tayini	50×50	5
EN 382-1	Lif levhalar-Yüzey absorpsiyonu tayini-Bölüm 1:Kuru metotla üretilen lif levhalarda deney metodu	Yüzey abs. Tayini	125×700	3
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün tayini.	Eğilme direnci tayini	50×410	6
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar-Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün tayini.	Elastikiyet modülü tayini	50×410	6
TS EN 319 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini.	Yüzeye dik çekme direnci tayini	50×50	6
TS EN 320 (1999)	Lif Levhaların -Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini.	Vida tutma direnci tayini	75×75	3
TS EN 311 (2005)	Ahşap esaslı levhalar-Yüzey sağlamlığı değerin tayini.	Yüzey sağlamlığı tayini	50×50	6

2.1.5.1 Fiziksel Özelliklerin Tayini

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri, rutubet, şişme (24 saat), su alma (24 saat) ve yüzey absorpsiyonu (toluen) Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisi Laboratuvarı'nda yapıldı.

Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi

TS EN 323 (1999)'de belirtilen esaslara göre; TS EN 325 (2014)'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 100×100 mm boyutlarında 6'şar tane olmak üzere bir gruptan minimum 18 adet örnek kullanıldı. TS EN 326-1 (1999)'e göre deney numunelerinden kesilerek hazırlanan örnekler 103±2°C'deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletildi. Etüvden alınan örneklerin ağırlıkları hassas terazide tartıldı ve boyutları ise ±0,01 duyarlıktaki kumpasla ölçüldü.

Örneklerin yoğunlukları Eşitlik 8'e göre hesaplandı.

$$\delta = \frac{M_o}{V} \quad (8)$$

δ : Yoğunluk (gr/cm³)

M_o : Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

V : Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm³)

Rutubet Miktarının Belirlenmesi

Rutubet miktarının belirlenmesinde TS EN 322'de belirlenen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 3'er tane olmak üzere bir gruptan minimum 9 adet örnek kullanıldı. TS EN 326-1 (1999) örnekler hassas terazide tartıldı ve daha sonra 103±2°C'de değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar kurutuldu.

6 saat ara ile yapılan tartımlarda birbirini izleyen iki tartım arasında ağırlık farkının, deney parçası ağırlıklarının 0,01'den fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu ağırlık değişmez ağırlık olarak kabul edildi.

Her deney parçası kurutma fırınından çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra 0,01 gram hassasiyetle terazide ve %0,1'den daha fazla rutubet artısını önleyecek çabuklukta tartıldı. TS EN 322'de belirtilen esaslara göre Eşitlik 9'da rutubet miktarı hesaplandı.

$$H = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100 \quad (9)$$

H : Rutubet (%)

M_H: Deney parçasının numunenin alınması sırasındaki ağırlığı (g)

M₀: Deney parçasının kurutmadan sonraki ağırlığı (g)

Su Alma Oranı ve Kalınlığına Şişme Oranının Belirlenmesi

Su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranının belirlenmesinde TS EN 317 standardında belirtilen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 5'er tane olmak üzere bir gruptan minimum 15 adet örnek kullanıldı. Her deney parçasının ağırlıkları hassas terazide ($\pm 0,01$) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla ($\pm 0,1$) ölçüldü. Deney örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta temiz suya 24 saatlik süreyle su yüzeyinden 25 mm daha altta olmak üzere batırıldı. Deney örnekleri birbirine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan suyun içine bastırıldı. 24 saat sonra sudan dışarı alınıp bir bez ile fazla suyu alındı ve bu durumdaki ağırlıkları hassas terazide ($\pm 0,01$) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla ($\pm 0,1$) ölçüldü. Buna göre kalınlık artışı ve su alma miktarı Eşitlik 10-11'e göre hesaplandı.

$$KA = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100 \quad (10)$$

KA: Kalınlık artışı oranı (%)

k₁ : İlk ölçülen kalınlık (mm)

k₂ : Suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlık (mm)

$$SA = \frac{M_H - M_O}{M_O} \times 100 \quad (11)$$

SA: Su Alma Oranı (%)

M_H: İlk ölçülen ağırlık (g)

M_O: Suda bekletildikten sonra ölçülen ağırlık (g)

Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi

Deney levhaları zımpara hattında zımparalandı. Deney numunelerini her levhanın sol, orta ve sağından (125×700±3 mm. ebadında) kesilerek destek üzerine yerleştirildi. Tutucu üzerindeki pipet, deney numunesi yüzeyinden 1±0,1 mm uzaklıkta ve 90° dik konumda bulundurularak pipetden 1 ml tolue deney numunesi yüzeyine zımparalama yönüne 90° açıyla 4±1 sn içinde ve 20°C±2 sıcaklıktaki hava ortamında boşaltılmıştır. Toluenin eğimli deney parçası yüzeyinden serbestçe akmasını sağlanarak, iki düzgün yüzeyi bulunan levhaların, her iki yüzeyi içinde deneyi tekrarlanarak tolueinin sebep olduğu izin azami boyu, deney numunesi kenarlarına paralel bir çizgi boyunca hassasiyetle ölçüldü.

2.1.5.2 Mekanik Özelliklerin Tayini

Mekanik özellik olarak levhaların eğilme direncinin belirlenmesi, eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi, yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi, vida tutma direncinin belirlenmesi ve yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesi Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisleri Laboratuvarı'nda yapıldı.

Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direnç değerlerinin tespit edilmesinde, TS EN 310 (1999)'a göre deneyler yapılmıştır. 6 adet numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi işlemi ise TS EN 326-1 (1999)'e göre; deney parçaları dikdörtgen biçiminde olup, 50 mm genişliğinde ve uzunluk ise deney parçasının anma kalınlığının 20 katı±50 mm en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla ayarlandı. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten sonra TS EN 325 (1999)'e uygun olarak; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçüldü. Eğilme direnci aleti

olarak ise; TS EN 325 (1999)'e uygun olan alet kullanıldı. Yük deney boyunca sabit hızla uygulandı ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete saniyede ulaşacak şekilde ayarlandı. Uygulanan kuvvetin değeri 0,01 hassasiyetle ölçülerek 'yük deformasyon' diyagramı çizildi. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçüldü. Eğilme direnç değeri Eşitlik 12'ye göre hesaplandı.

$$F = \frac{3 \times F_{\max} \times L}{2a \times b^2} \quad (12)$$

F : Eğilme direnç değeri (N/mm²)

F_{Maks}: Kırılma anındaki maksimum yük (N)

L : Dayanak açıklığı (mm)

A : Örnek genişliği (mm)

B : Örnek kalınlığı (mm)

Eğilmede Elastikiyet Modulünün Belirlenmesi

Eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 (1999)'a göre belirlenmiştir. Eğilme direncindeki aynı örnekler üzerinden ölçme aletiyle eğilme direnci yapılırken, eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyetle ölçüldü. Eğilmedeki elastikiyet modülü değeri Eşitlik 13'e göre hesaplandı.

$$E = \frac{P \times L^3}{4a \times b^3 \times f} \quad (13)$$

E: Eğilmedeki elastikiyet modülü (N/mm²)

P: Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yük (N)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

a: Örnek genişliği (mm)

b: Örnek kalınlığı (mm)

f: Elastik bölgede P yüküne karşı örnekte meydana gelen deformasyon (mm)

Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)'a göre deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek özelliktedir. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1 (1999)'e uygun olarak yapılmış olup, kenar uzunluğu 50 ± 1 mm olan 6'şar adet kare şeklinde, kenarları dik uçları düzgün ve temiz olarak kesildi. Hazırlanan her bir örneğin boyutları alan belirlemek için; TS EN 325 (1999)'e uygun olarak 0,01 duyarlıklı mikrometre ile ölçüldü. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra hazır olan örnekler standartlara uygun şekilde hazırlanmış olan alüminyumdan hazırlanmış metal olan aparatlara sıcak silikon ile yapıştırıldı. Yapıştırılan örnekler 45 dk. bekletildi, tamamen yapışma gerçekleştirildikten sonra numune deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirildi. Deney parçalarının yüzeye dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edildi. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 14'e göre hesaplandı.

$$F = \frac{F_{\max}}{A} \quad (14)$$

F : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

F_{Maks} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

A : Örneğin enine kesit alanı (mm²)

Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi

Yüzey sağlamlığı kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla TS EN 311'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50×50 mm boyutlarında 6'şar tane örnek kullanıldı. Deney parçaları her bir levhadan 50x 50x18 mm ölçülerinde hazırlandı. Parçalar %65±3 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlandı ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneye tabi tutuldular. Deneylerde kesilen numuneler üzerine sıcak test aparatını ortalayarak, termoplastik tutkalını maksimum 0,3 gr. kullanarak yapıştırıldı. Numunelerin

iyice soğuması beklenildi. Soğuyan numune üzerinde, yapışan aparatın etrafına budak matkabı ile $0,3 \pm 0,1$ mm. derinliğinde freze açıldı. Test esnasında, kuvvet 60-90 saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Test sonucu birimi N/mm^2 olarak yazıldı.



BÖLÜM III

BULGULAR VE İRDELEME

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırma sonucu ortaya çıkan fiziksel özelliklere ait yoğunluk, rutubet, su alma (24 saat), şişme (24 saat) ve yüzey absorpsiyonu ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

3.1.1 Yoğunluk

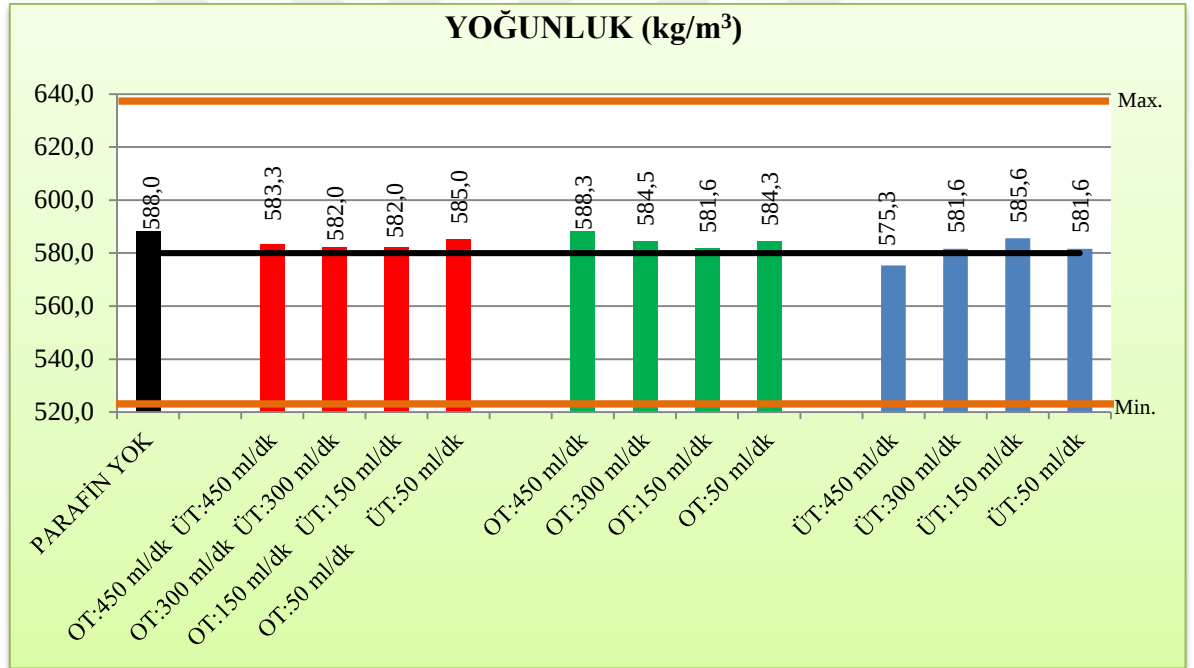
Deney örneklerinin kontrollerinde yoğunluk değerleri TS EN 323'e göre belirlenmiş olup bunlara ait sonuçlar Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Levhaların yoğunluk (özellik kütle) değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	YOĞ. 1 (kg/m ³)	YOĞ. 2 (kg/m ³)	YOĞ. 3 (kg/m ³)	ORT. YOĞ. (kg/m ³)
1	-	-	580,0	586,0	588,0	588,0
2	450	450	580,0	587,0	583,0	583,3
3	300	300	583,0	583,0	580,0	582,0
4	150	150	586,0	579,0	581,0	582,0
5	50	50	584,0	587,0	584,0	585,0
6	450	-	587,0	589,0	589,0	588,3
7	300	-	590,0	579,0	585,0	584,5
8	150	-	583,0	582,0	580,0	581,6
9	50	-	588,0	582,0	583,0	584,3
10	-	450	575,0	576,0	575,0	575,3
11	-	300	581,0	581,0	580,0	581,6
12	-	150	591,0	581,0	585,0	585,6
13	-	50	583,0	581,0	581,0	581,6
ORT. YOĞUNLUK (kg/m ³)			584,9	582,5	582,6	583,0

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 580 kg/m^3 'tür. Yoğunluklar sermenin mekanik olması sebebiyle değişkenlik göstermiştir. Yoğunluklar $575,3\text{-}588,3 \text{ kg/m}^3$ arasında değişmiştir. Bu farklılığın nedeni üretilen levhaların proses şartlarının minimum düzeyde de olsa değişkenlik göstermesidir. 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. Bu sonuca göre maksimum yoğunluk değeri 638 kg/m^3 ve minimum yoğunluk değeri 522 kg/m^3 olmalıdır.

Şekil 47'de görüldüğü gibi yoğunluklar belirli bir düzene göre değişmeyip üretim-proses şartları gereği yoğunluk değişimi gerçekleşmiştir. Yoğunluk değerleri istenen değer üzerinde gelmiş olup, sadece bir sonuç $575,3 \text{ kg/m}^3$ gelerek minimum değer olarak ortaya çıkmıştır.



Şekil 47: Levhaların yoğunluk değerleri.

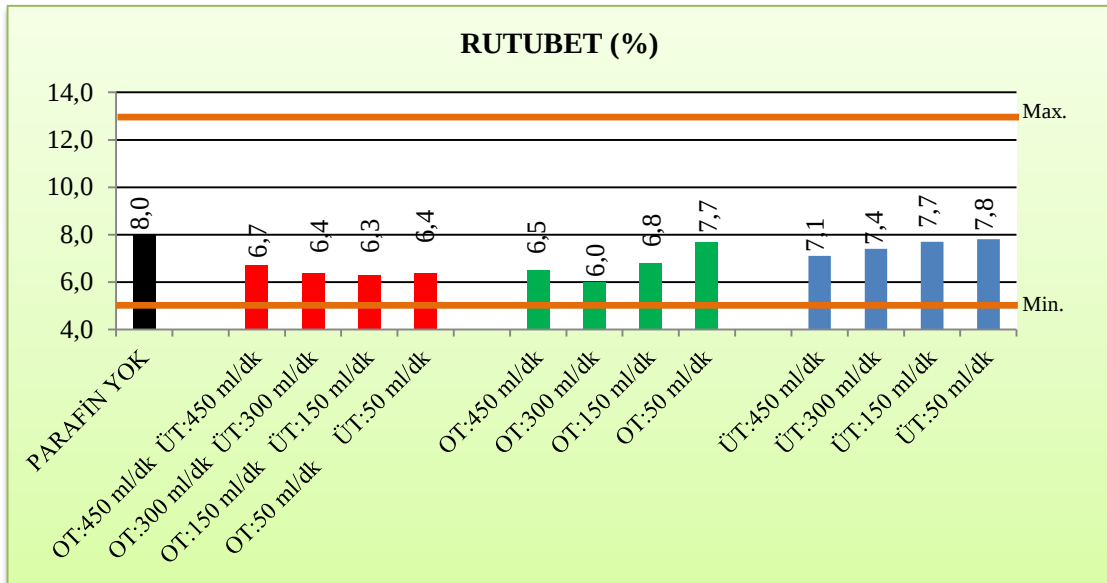
3.1.2 Rutubet

TS EN 322 standardına göre yapılan rutubet ölçüm sonuçlarına göre aşağıdaki tabloda gösterilen değerler elde edilmiştir (Tablo 11). Parafin miktarının az olması rutubet değerlerini etkilemeyeceği sonucu ortaya çıkmaktadır.

Tablo 11: Levhaların rutubet değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	RUT. 1 (%)	RUT. 2 (%)	RUT. 3 (%)	ORT. RUT. (%)
1	-	-	8,1	8,1	7,8	8,0
2	450	450	6,6	6,8	6,8	6,7
3	300	300	6,1	6,8	6,3	6,4
4	150	150	6,1	6,7	6,3	6,3
5	50	50	6,1	6,8	6,4	6,4
6	450	-	6,2	6,7	6,5	6,5
7	300	-	5,9	6,0	6,0	6,0
8	150	-	6,8	7,0	6,8	6,8
9	50	-	7,9	7,7	7,5	7,7
10	-	450	7,0	7,0	7,3	7,1
11	-	300	7,4	7,4	7,4	7,4
12	-	150	7,6	7,8	7,7	7,7
13	-	50	8,0	7,7	7,7	7,8
ORT. RUTUBET (%)			6,9	7,1	7,0	7,0

TS EN 312 (2005) no'lu standarda göre yonga levhanın rutubet miktarı %5-13 arasında olması istenmektedir. Şekil 48'de görüldüğü gibi deneme levhalarının rutubeti %6,0-7,8 arasında çıkmıştır. Levhaların rutubet miktarı standartta belirtilen şarta uymaktadır. Kontrol levhasının rutubetine yakın gelen rutubet değerleri çoğunlukla sadece ÜT'ya parafin verilen numunelerde gözlemlenmiştir.



Şekil 48: Levhaların rutubet değerleri.

3.1.3 Şişme (24 Saat)

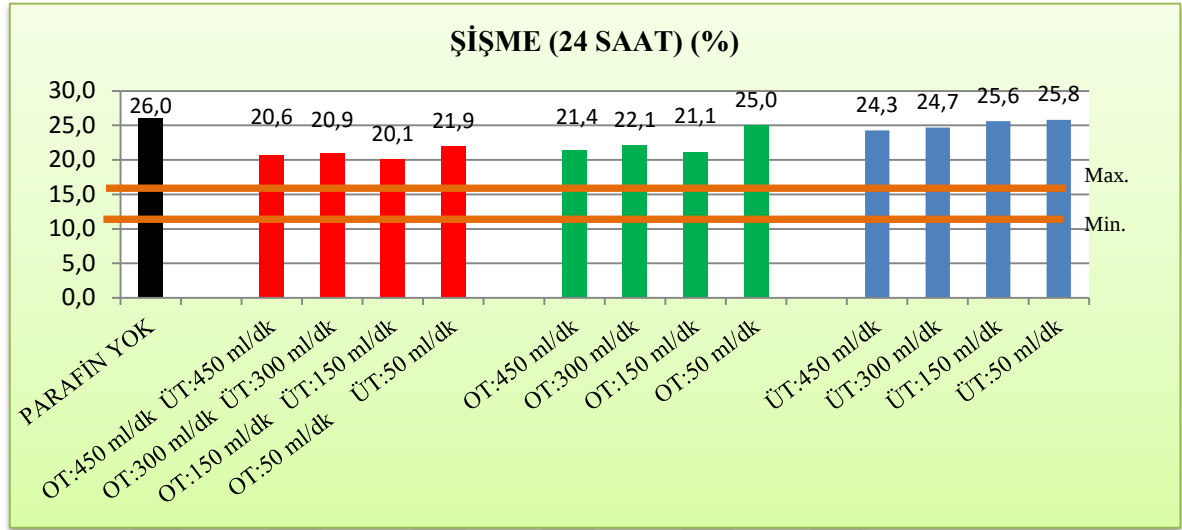
Numune alınan yonga levhalarda 24 saat su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişmenin belirlenmesi için yapılan ölçümler sonucundaki ortaya çıkan değerler Tablo 12’de verilmiştir.

Tablo 12: Levhaların şişme (24 saat) değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	ŞİŞME 1 (%)	ŞİŞME 2 (%)	ŞİŞME 3 (%)	ŞİŞME ORT. (%)
1	-	-	25,8	26,4	25,8	26,0
2	450	450	20,2	21,0	20,7	20,6
3	300	300	20,6	21,2	20,8	20,9
4	150	150	20,1	20,3	20,0	20,1
5	50	50	22,1	22,1	21,6	21,9
6	450	-	22,7	20,0	21,4	21,4
7	300	-	23,7	20,7	22,0	22,1
8	150	-	22,6	19,7	21,0	21,1
9	50	-	25,0	25,0	25,0	25,0
10	-	450	24,1	24,3	24,5	24,3
11	-	300	24,8	24,6	24,7	24,7
12	-	150	25,6	25,5	25,7	25,6
13	-	50	25,6	25,6	26,2	25,8
ORT. ŞİŞME (24 SAAT) (%)			23,3	22,8	23,0	23,0

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde kalınlık artımı (24 saat) en yüksek %16,07 en düşük %12,84 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Şekil 49’da görüldüğü gibi bu kriterlere göre kontrol levhasının şişme (24 saat) değeri %23 gelmiş

olup tüm test değerleri içinde en yüksek değere ulaşmıştır. Diğer test değerlerinin sonuçları minimum %17,6 ve maksimum %22,8 arasında değişmiştir.



Şekil 49: Levhaların şişme (24 saat) değerleri.

3.1.4 Su Alma (24 Saat)

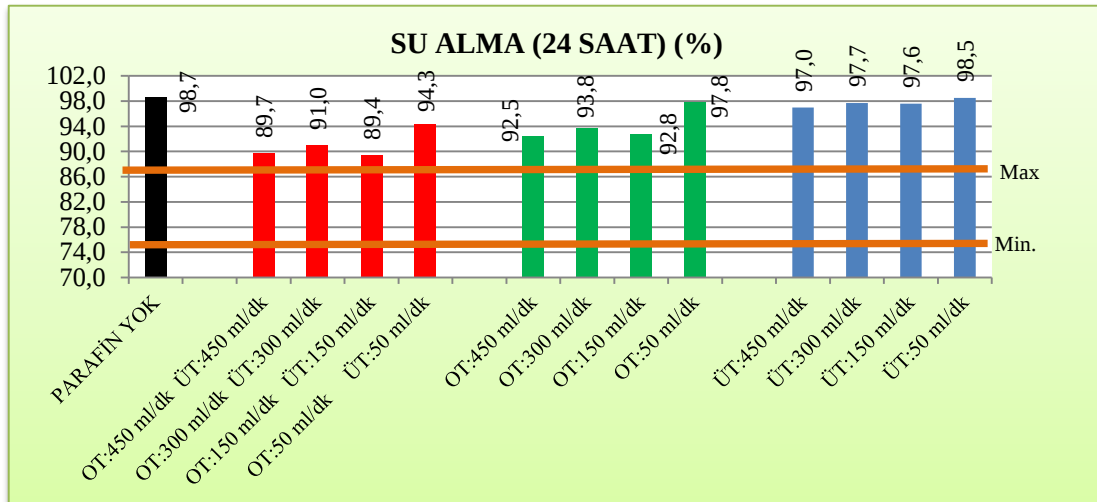
TS EN 317 (1999) standardına göre su alma (24 saat) test sonuçları Tablo 13’de verilmiştir.

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde su alma (24 saat) en düşük %75,12 en yüksek %86,31 olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Bu kriterlere göre numunelerin ortalaması %94,1 çıkmıştır. Şekil 50’deki grafik incelendiğinde tüm levhalarda parafin kimyasalı kullanımı TS EN 317 test metodu ile 24 saat suda bekletme sonrası su alma değerlerinde parafin verilmeyen örneğe oranla azalma görülmüştür. Grafığe göre parafin miktarının en fazla verildiği durumda su alma (24 saat) değeri %89,0 gelirken parafinin kademeli azaltılması ile su alma (24 saat) değerlerinde kademeli bir artış göze çarpmaktadır. OT ve ÜT talaşa verilen parafin numuneler ile yalnızca ÜT talaşa parafin verilen numuneler incelendiğinde birbirine çok yakın sonuçlar elde edildiği ortaya çıkmaktadır. Sadece OT’ya verilen parafin dahi su alma (24 saat) değerinde düşüşe sebep olmuş olup en düşük sonuç %89,4 ve en yüksek sonuç %94,3 çıkmıştır. Bu sonuca rağmen kontrol levhasının değerinden %4,4 kadar düşüş göstermiştir.

Tablo 13: Levhaların su alma (24 saat) değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	SU ALMA 1 (%)	SU ALMA 2 (%)	SU ALMA 3 (%)	ORT. SU ALMA (%)
1	-	-	98,5	99,2	98,3	98,7
2	450	450	88,6	90,0	90,5	89,7
3	300	300	91,8	91,8	89,3	91,0
4	150	150	86,9	92,8	88,4	89,4
5	50	50	95,5	94,5	93,0	94,3
6	450	-	93,2	91,6	92,6	92,5
7	300	-	92,8	93,6	95,0	93,8
8	150	-	91,7	93,9	92,8	92,8
9	50	-	97,8	97,5	98,1	97,8
10	-	450	95,9	97,3	97,9	97,0
11	-	300	97,5	97,8	97,9	97,7
12	-	150	97,9	96,4	98,5	97,6
13	-	50	99,7	98,4	97,5	98,5
ORT. SU ALMA (24 SAAT) (%)			94,4	95,0	94,6	94,7

Fakat bununla beraber ÜT’ya parafin verilmesi su alma değerini etkilememiş olup, parafin verilmeyen levhaların test sonuçlarıyla yakın sonuç elde edilmiştir.



Şekil 50: Levhaların su alma (24 saat) değerleri.

3.1.5 Yüzey Absorbsiyonu

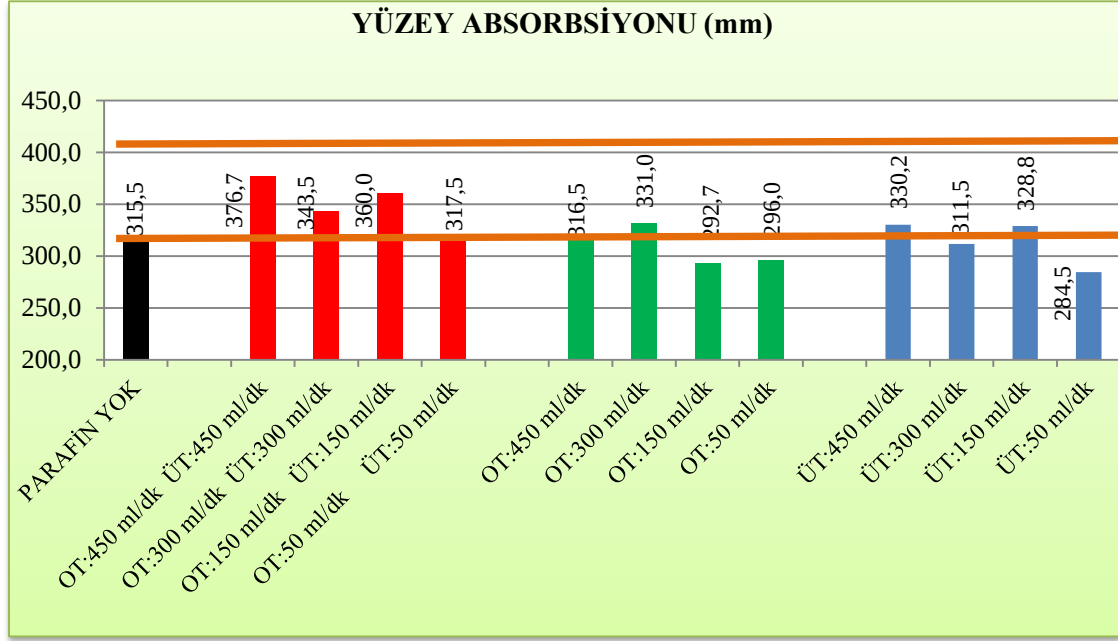
EN 382/1 test metoduna göre ölçümler sonucu ortaya çıkan değerler aşağıdaki Tablo 14’de verilmiştir.

Tablo 14: Levhaların yüzey absorpsiyonu değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	YÜZ. ABS. 1 (Alt/Üst) (mm)	ORT. YÜZ. ABS. 1 (mm)	YÜZ. ABS. 2 (Alt/Üst) (mm)	ORT. YÜZ. ABS. 2 (mm)	YÜZ. ABS. 3 (Alt/Üst) (mm)	ORT. YÜZ. ABS.3 (mm)	GENEL ORT. YÜZ. ABS. (mm)
1	-	-	287/320	303,5	333/323	328,0	310/320	315,0	315,5
2	450	450	357/377	367,0	403/370	386,5	380/370	375,0	376,7
3	300	300	327/340	333,5	377/330	353,5	350/330	340,0	343,5
4	150	150	333/367	350,0	370/370	370,0	350/370	360,0	360
5	50	50	300/310	305,0	320/340	330,0	310/330	320,0	317,5
6	450	-	297/303	300,0	333/333	333,0	320/320	320,0	316,5
7	300	-	317/340	328,5	330/337	333,5	330/340	335,0	331,0
8	150	-	277/287	282,0	327/280	303,5	300/280	290,0	292,7
9	50	-	280/267	273,5	327/310	318,5	300/290	295,0	296,0
10	-	450	310/327	318,5	347/337	342,0	330/330	330,0	330,2
11	-	300	300/310	305,0	323/313	318,0	310/310	310,0	311,5
12	-	150	330/347	338,5	313/323	318,0	320/340	330,0	328,8
13	-	50	267/290	278,5	297/283	290,0	280/290	285,0	284,5
ORT. YÜZ. ABS (mm)			306/322	314,0	338,5/326,8	329,5	322,3/324,6	323,5	321,7

Üç tabakalı yatık yongalı yonga levha üretiminde yüzey absorpsiyonu en iyi 409-402 mm ve en düşük 318-310 mm olarak bulunmuştur (Gündüz ve Masraf, 2005). Bu kriterlere göre tüm örneklerin ortalama sonucu 321,7 mm olarak ortaya çıkmaktadır.

Tabloda yer alan ölçüm sonuçların Şekil 51’de incelendiğinde değerlerin 292,7–376,7 mm arasında geldiği görülmüştür.



Şekil 51: Levhaların yüzey absorpsiyon değerleri.

3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular

Araştırma sonucu ortaya çıkan mekanik özelliklere ait eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey sağlamlığı ile ilgili bulgular aşağıda açıklanmıştır.

3.2.1 Eğilme Direnci

TS EN 310 standardına göre yapılan eğilme direnci sonuçları Tablo 15’de verilmiştir. Bu tabloya göre tüm test değerlerin ortalama sonucu 10,1 N/mm² gelmiş olup, standart değerlerin üzerindedir. Eğilme direnci değerleri alt limiti TS EN 312-2 de belirtildiği gibi

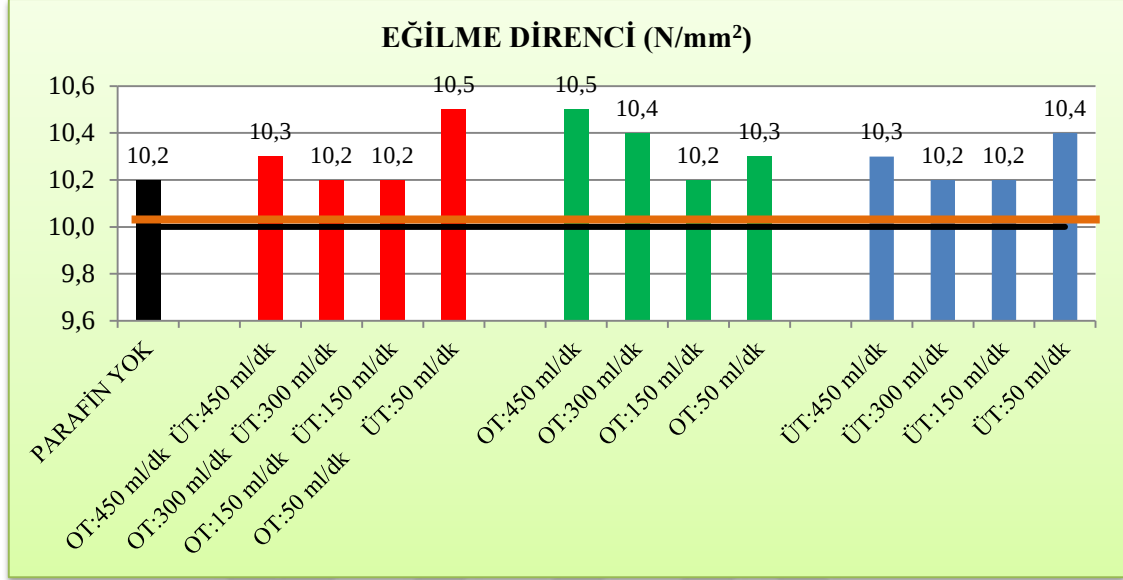
10 N/mm² değeridir. Buna göre Şekil 52’de görüldüğü gibi tüm testlerde yonga levhaların eğilme direnci değerleri standart da belirtilen alt değerin üzerinde çıkmıştır.

Parafin verilmeyen kontrol levha numunelerinde eğilme direnci değeri 10,2 N/mm² elde edilmiştir.

Tablo 15: Levhaların eğilme direnci değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	EĞİLME DİRENCİ 1 (N/mm ²)	EĞİLME DİRENCİ 2 (N/mm ²)	EĞİLME DİRENCİ 3 (N/mm ²)	ORT. EĞİLME DİRENCİ (N/mm ²)
1	-	-	10,3	10,2	10,2	10,2
2	300	150	10,2	10,5	10,3	10,3
3	180	120	10,3	10,0	10,2	10,2
4	120	100	10,6	10,4	10,4	10,2
5	10	10	10,6	10,7	10,6	10,5
6	300	-	10,3	10,7	10,6	10,5
7	180	-	9,9	10,3	10,0	10,4
8	120	-	10,0	10,5	10,3	10,2
9	10	-	10,2	9,8	10,0	10,3
10	-	150	9,7	10,0	9,8	10,3
11	-	120	9,9	9,7	9,8	10,2
12	-	100	9,7	9,5	9,7	10,2
13	-	10	9,4	9,8	9,5	10,4
ORT. EĞİLME DİRENCİ. (N/mm ²)			10,1	10,2	10,1	10,1

Şekil 52 incelendiğinde parafin verilen diğer levha örneklerinde bu direnç değerinin düzenli olarak değişmediği hatta kontrol levhasındaki direnç değeri ile yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.



Şekil 52: Levhaların eğilme direnci değerleri.

3.2.2 Elastikiyet Modülü

Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait ortalama değerleri Tablo 16'da verilmiştir. Tüm test numunelerin ortalama değeri 2094 N/mm² gelmiştir.

TS EN 310 (1999) standardına göre 18 mm kalınlıktaki levhalarda elastikiyet modülü en az 1600 N/mm² olmalıdır (Gündüz ve Yılmaz, 2005).

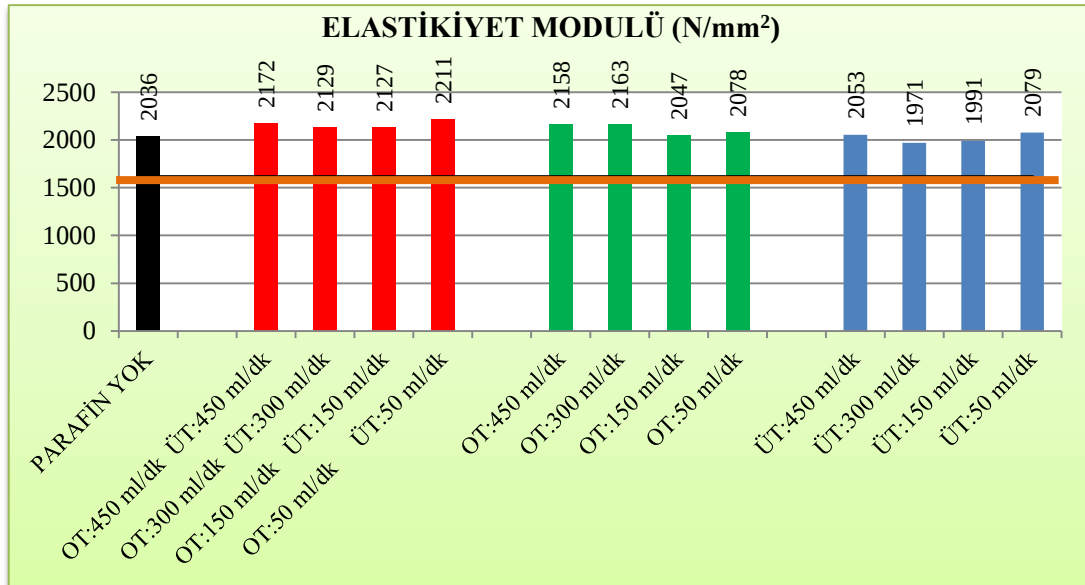
Elastikiyet modülü değerinde de parafin miktarının etkisi olmadığı ortaya çıkmaktadır. Parafin verilmeyen kontrol levha numunelerinde elastikiyet modülü değeri 2036 N/mm² elde edilmişken parafin verilen diğer levha örneklerinde bu direnç değerinin düzenli olarak değişmediği hatta kontrol levhasındaki direnç değeri ile yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Sadece ÜT'ya parafin verilen numunelerde elastikiyet modülü değerlerinin kontrol levhasından düşük geldiği görülmektedir.

Tablo 16. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	ELAST. MOD. 1 (N/mm ²)	ELAST. MOD. 2 (N/mm ²)	ELAST. MOD. 3 (N/mm ²)	ORT. ELAST. MOD. (N/mm ²)
1	-	-	1974	2113	2021	2036
2	450	450	2163	2184	2170	2172
3	300	300	2120	2140	2128	2129
4	150	150	2104	2152	2125	2127
5	50	50	2130	2294	2208	2211
6	450	-	2135	2190	2150	2158
7	300	-	2115	2203	2170	2163
8	150	-	1934	2104	2104	2047
9	50	-	2090	2064	2080	2078
10	-	450	1993	2114	2053	2053
11	-	300	1926	2001	1987	1971
12	-	150	2055	1934	1985	1991
13	-	50	2011	2144	2081	2079
ORT. ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)			2058	2126	2097	2094

Şekil 53 incelendiğinde tüm sonuçların alt sınır değerinin üstünde olduğu anlaşılmaktadır. Minimum değer 1971 N/mm² ve maksimum değer ise 2172 N/mm²'dir.



Şekil 53: Levhaların elastikiyet modülü değerleri.

3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Numune alınan yonga levhalarda dik çekme dirençlerinin ölçümleri sonucunda genel veriler Tablo 17’de verilmiştir. Yapılan tüm testlerin sonuçları TS EN 312-2’de belirlenmiş olan 0,24 N/mm² değerinden yüksek gelmiştir. Ortalama sonuç 0,40 N/mm² olup standart değerden yaklaşık %71 oranında fazladır.

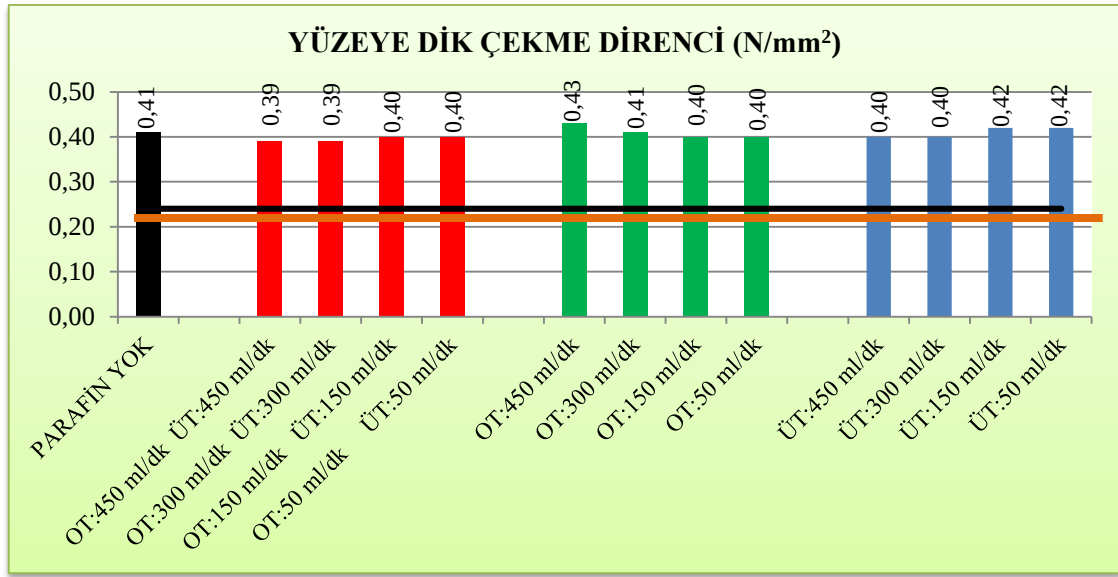
Ortaya çıkan sonuçlar incelendiğinde tüm değerlerin birbirlerine çok yakın oldukları görülmektedir. Parafin verilmeyen kontrol levhasının yüzeye dik çekme direnci 0,41 N/mm² gelmiş olup diğer sonuçlardan bariz fark aralığı bulunmamaktadır. OT ve ÜT’ya parafin verilen örneklerin minimum çekme direnci 0,39 N/mm² ve maksimum değeri 0,40 N/mm² gelmiştir. Ortalama değer olarak 0,395 N/mm² sonucu ortaya çıkmıştır. Kontrol levhasının sonucuna çok yakın bir değerdir. Sadece OT’ya parafin verilen örneklerin minimum çekme direnci 0,40 N/mm² ve maksimum değeri 0,43 N/mm² gelmiştir.

Tablo 17: Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	ÇEKME DİR. 1 (N/mm ²)	ÇEKME DİR. 2 (N/mm ²)	ÇEKME DİR. 3 (N/mm ²)	ORT. ÇEKME DİR. (N/mm ²)
1	-	-	0,42	0,40	0,41	0,41
2	450	450	0,39	0,39	0,38	0,39
3	300	300	0,39	0,40	0,39	0,39
4	150	150	0,41	0,40	0,40	0,40
5	50	50	0,38	0,44	0,39	0,40
6	450	-	0,41	0,45	0,43	0,43
7	300	-	0,40	0,41	0,41	0,41
8	150	-	0,39	0,42	0,40	0,40
9	50	-	0,39	0,41	0,39	0,40
10	-	450	0,40	0,41	0,40	0,40
11	-	300	0,41	0,39	0,41	0,40
12	-	150	0,43	0,41	0,42	0,42
13	-	50	0,41	0,42	0,42	0,42
ORT. ÇEKME DİR. (N/mm ²)			0,40	0,41	0,40	0,41

Ortalama değer olarak 0,41 N/mm² sonucu ortaya çıkmıştır, kontrol levhasının sonucu ile aynı gelmiştir. Sadece T'ya parafin verilen örneklerin minimum çekme direnci 0,40 N/mm² ve maksimum değeri 0,42 N/mm² gelmiştir. Ortalama değer olarak 0,41 N/mm² sonucu ortaya çıkmıştır. Kontrol levhasının sonucu ile aynıdır.

Elde edilen veriler şekil 54'de grafik üzerinde genel olarak incelendiğinde minimum değer 0,39 N/mm² ve maksimum değer ise 0,43 N/mm² olduğu görülmektedir.



şekil 54: Levhaların yüzeye dik çekme direnci değerleri.

3.2.4 Vida Tutma Direnci

TS EN 320 test metoduna göre yapılan vida tutma direncinin tayininde ortaya çıkan değerler Tablo 18'de verilmiştir.

Vida tutma direncine ilişkin referans değeri olarak, bu konuda yapılmış bir araştırmada (Günsel, 2004) maksimum değer olarak 572 N ve minimum değer olarak 310 N sonuçları bulunmuştur.

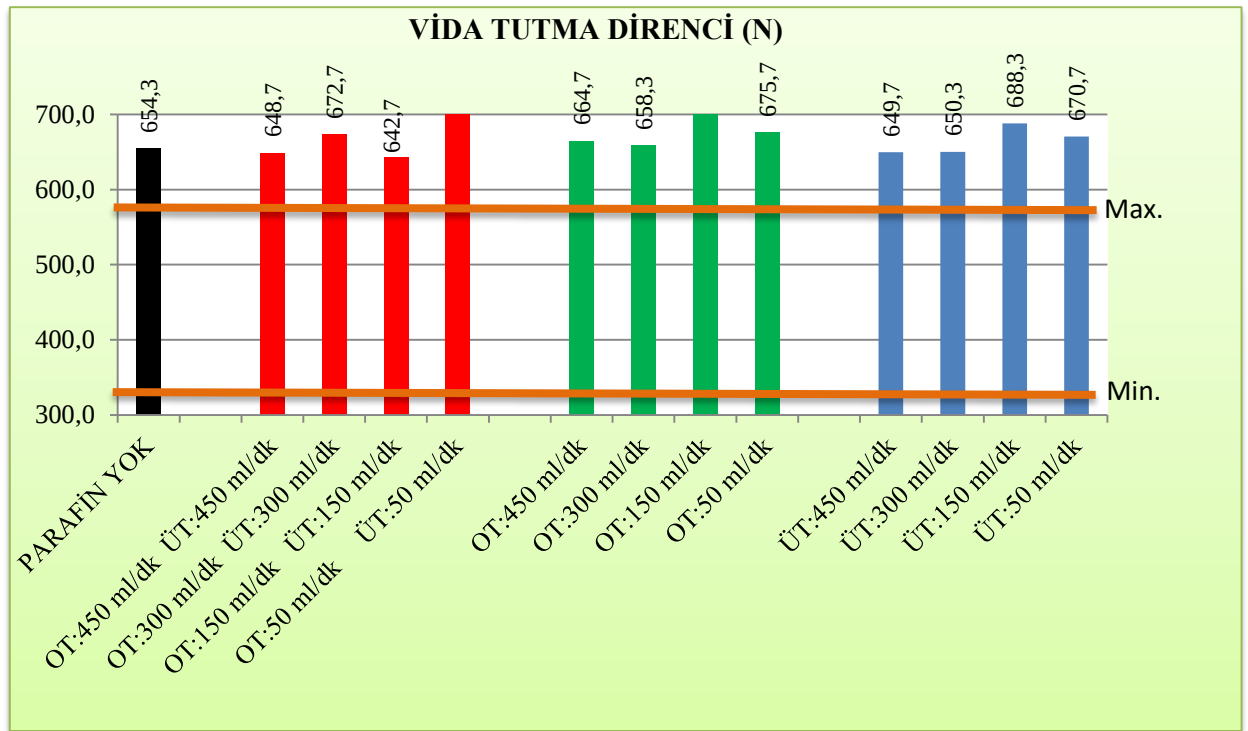
Tüm deney numunelerinin ortalama değeri 668,1 N gelmiş olup parafin verilmeyen kontrol levha numunelerinde vida tutma direnci değeri 654,3 N elde edilmiştir. şekil 55'deki grafik incelendiğinde parafin verilen diğer levha örneklerinde bu direnç değerinin düzenli

olarak değişmediği hatta kontrol levhasındaki direnç değeri ile yakın sonuçlar elde edildiği görülmektedir.

Tablo 18: Levhaların vida tutma direnci değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	VİDA TUTMA DİRENCİ 1 (Newton)	VİDA TUTMA DİRENCİ 2 (Newton)	VİDA TUTMA DİRENCİ 3 (Newton)	ORT. VİDA TUTMA DİRENCİ (Newton)
1	-	-	660,0	652,0	651,0	654,3
2	450	450	642,0	654,0	650,0	648,7
3	300	300	658,0	686,0	674,0	672,7
4	150	150	625,0	661,0	642,0	642,7
5	50	50	685,0	729,0	705,0	706,3
6	450	-	643,0	686,0	665,0	664,7
7	300	-	646,0	669,0	660,0	658,3
8	150	-	737,0	670,0	700,0	702,3
9	50	-	671,0	681,0	675,0	675,7
10	-	450	635,0	666,0	648,0	649,7
11	-	300	644,0	658,0	649,0	650,3
12	-	150	715,0	660,0	690,0	688,3
13	-	50	689,0	651,0	672,0	670,7
ORT. VİDA TUTMA DİRENCİ (N)			665,4	671,0	667,8	668,1

Parafin miktarının vida tutma direnci üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı anlaşılmaktadır. Tablodaki değerler Şekil 55’de grafik üzerinde incelendiğinde minimum değer 642,7 N ve maksimum değer ise 706,3 N gelmiştir. Referans değerleri esas alındığında tüm test sonuçlarının maksimum değerden yüksek geldiği görülmektedir.



Şekil 55: Levhaların vida tutma direnci değerleri.

3.2.5 Yüzey Sağlamlığı

TS EN 311 test metoduna göre yapılan yüzey sağlamlığı tayininde ortaya çıkan değerler Tablo 19’da verilmiştir.

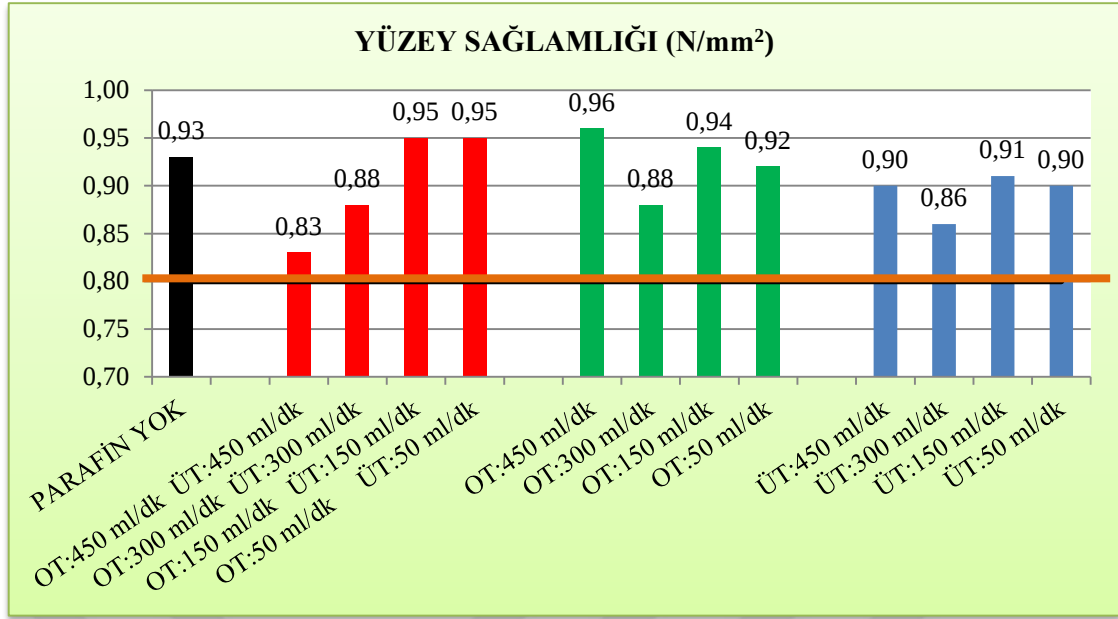
Tüm sonuçlar TS EN 312-2 standardında belirtilen ve minimum değer olarak görülen 0,8 N/mm² değerinden yüksek gelmiştir. Ortaya çıkarılan sonuçlar incelendiğinde kontrol levhasının yani parafin verilmeyen deney numunesinin yüzey sağlamlığı değeri 0,93 N/mm² gelmiştir. OT’ya verilen parafin miktarı azaldıkça bu değer arttığı görülmektedir.

Sadece OT’ya parafin verilmesi durumunda elde edilen değerler incelendiğinde parafin miktarının azalmasıyla yüzey sağlamlığı direncinin azaldığı görülmektedir. Fakat OT’ya verilen 300 ml/dk parafinli numuneler bu kuralın dışında kalmışlardır. Aynı değişim şekli sadece ÜT’ya parafin verilen numunelerde de aynı şekilde gerçekleşmiştir.

Tablo 19: Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait bulgular.

DENEY NO	O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	YÜZEY SAĞ. 1 (N/mm ²)	YÜZEY SAĞ. 2 (N/mm ²)	YÜZEY SAĞ. 3 (N/mm ²)	ORT. YÜZEY SAĞ. (N/mm ²)
1	-	-	0,95	0,90	0,93	0,93
2	450	450	0,85	0,81	0,82	0,83
3	300	300	0,84	0,91	0,88	0,88
4	150	150	0,95	0,96	0,95	0,95
5	50	50	0,92	0,97	0,96	0,95
6	450	-	0,93	0,99	0,95	0,96
7	300	-	0,86	0,89	0,89	0,88
8	150	-	0,99	0,90	0,94	0,94
9	50	-	0,92	0,92	0,93	0,92
10	-	450	0,89	0,92	0,90	0,90
11	-	300	0,92	0,80	0,87	0,86
12	-	150	0,95	0,88	0,91	0,91
13	-	50	0,90	0,89	0,91	0,90
ORT. YÜZEY SAĞ. (N/mm ²)			0,91	0,90	0,91	0,91

Tablodaki değerler Şekil 56’da grafik üzerinde incelendiğinde minimum değer 0,83 N/mm² ve maksimum değer ise 0,96 N/mm² gelmiştir. Yüzey sağlamlığı direnci parafin miktarına bağlı olarak düzenli bir dağılım göstermemektedir.



Şekil 56: Levhaların yüzey sağamlığı değerleri.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Bu araştırmada parafin kullanım miktarının yonga levhanın fiziksel ve mekanik değişimlerdeki olumlu ve olumsuz etkileri araştırılmıştır. Genel olarak yonga levha içinde kullanım miktarı az olmasına rağmen oldukça pahalı bir kimyasal madde olan parafinin yıl bazında yüksek meblağlara ulaşan maliyeti, minimum kullanma noktasının tespitini zorunlu hale getirmektedir.

Bu çalışmanın ışığı altında parafin kullanımının temel sebeplerini aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- ÜT talaşa verilen parafin levhanın parlak ve kaygan görünümüne sahip olmasını sağlayarak albenisini artırmaktadır.
- Tutkallı yonga/talaşın makinalara yapışmasını engelleyerek kirlilik oluşumu azaltmaktadır.
- Su alma, şişme gibi fiziksel değerleri istenilen noktaya getirebilmektedir.
- Tutkallama makinalarında tutkal çözeltisinden önce verilerek tutkal tüketimini azaltmaktadır.

Tüm üretim sektörlerinde olduğu gibi panel sektöründe de yüksek kâr elde etmenin en temel yollarından birisi de girdi maliyetlerini minimum seviyeye çekmektir. Bu amaçla firmalar alternatif tedarikçilerle çalışabildiği gibi, girdi kullanım miktarlarının optimum kullanım seviyelerini tespit ederek, kapasite ve kaliteden ödün vermeden gereksiz tüketimlerden kaçınmaya çalışmaktadırlar.

Bununla birlikte özellikle kurumsal yapıya sahip firmalar çeşitli AR-GE çalışmalarıyla yeni ürünler ve bu ürünlerin girdileri için yeni ve daha ucuz alternatif temin yolları ortaya

ıkarmaktadırlar. Yapılan AR-GE alışmaları yeni ürünler ortaya çıkarmakla beraber minimum maliyet esasına dayanmaktadır.

Bu gelişmeler ışığında bu çalışmada yonga levha üretiminde çok önemli bir kimyasal madde olan parafinin yonga levhanın fiziksel ve mekanik değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu hedef doğrultusunda yonga levhalara farklı oranlarda parafin verilerek deneme levhaları üretilmiştir. Çalışmadan elde edilen bulgular Tablo 20’de görüldüğü gibi değerlendirilmiş ve sonuçlar irdelenmiştir.

Tablo 20: Deney numunelerine ait ortalama bulgular.

DENEY NO	OT. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	ORT. YOğUNLUK (Kg/m ³)	ORT. RUTUBET (%)	ORT. şİşME (24 SAAT) (%)	ORT. SU ALMA (24 SAAT) (%)	ORT. YÜZ. ABS. (mm)	ORT. EğİL. DIR. (N/mm ²)	ORT. ELASTİKİYET MODULÜ (N/mm ²)	ORT. ÇEKME DİRENCİ (N/mm ²)	ORT. YÜZEY SAğLAMLIğI (N/mm ²)
1	-	-	588,0	8,0	23,0	98,3	315,5	10,2	2036	0,41	0,93
2	450	450	583,3	6,7	17,6	89,0	376,7	10,3	2172	0,39	0,83
3	300	300	582,0	6,4	17,9	90,3	343,5	10,2	2129	0,39	0,88
4	150	150	582,0	6,3	18,8	89,0	360	10,2	2127	0,40	0,95
5	50	50	585,0	6,4	18,9	93,0	317,5	10,5	2211	0,40	0,95
6	450	-	588,3	6,5	18,4	92,1	316,5	10,5	2158	0,43	0,96
7	300	-	584,5	6,0	19,1	93,7	331,0	10,4	2163	0,41	0,88
8	150	-	581,6	6,8	18,1	92,8	292,7	10,2	2047	0,40	0,94
9	50	-	584,3	7,7	22,0	97,0	296,0	10,3	2078	0,40	0,92
10	-	450	575,3	7,1	21,3	96,1	330,2	10,3	2053	0,40	0,90
11	-	300	581,6	7,4	21,7	96,6	311,5	10,2	1971	0,40	0,86
12	-	150	585,6	7,7	22,6	97,4	328,8	10,2	1991	0,42	0,91
13	-	50	581,6	7,8	22,8	97,5	284,5	10,4	2079	0,42	0,90
ORTALAMALAR			583,0	7,0	20,2	94,1	321,7	10,1	2094	0,41	0,91

Tablo 20 incelendiğinde yoğunluk değerlerinin parafin miktarına bağlı olarak artış veya azalış göstermediği anlaşılmaktadır. Sonuçlar irdelendiğinde istenen yoğunluk değeri 580 kg/m³ olup, tüm deney numunelerinin ortalama yoğunluğu 583,3 kg/m³ gelmiştir. Maksimum değer 588,3 kg/m³ ve minimum değer ise 575,3 kg/m³ olarak sonuçlanmıştır. TS EN 312 (2005) standardında yoğunluk değişimleri toleransı $\pm\%10$ olarak belirtilmektedir. Bu duruma göre yoğunluk değişim aralığı 522-638 kg/m³ arasında olması gerekmektedir. Bu tabloda ortaya çıkan tüm sonuçlar değişim aralığının içindedir. Proses şartları gereği parafin miktarının, levhaların toplam ağırlığı içerisinde çok az bir değere sahip olmasından dolayı yoğunluk değişimini etkilememektedir.

Levhalarındaki rutubet sonuçları incelendiğinde hiç parafin verilmeyen levhaların rutubet değerlerinin diğer numunelerden yüksek geldiği görülmektedir. TS EN 312 (2005) standardında rutubet oranı minimum %5 ile maksimum %13 aralığında olması istenmektedir. Fakat proses şartları gereği %13'e yakın değerler tesislerin kapasite ve kalite ihtiyacını olumsuz etkilemesinden dolayı işletme şartları gereği bu değişim aralığının optimal değeri %6-7 arasında olması öngörülmektedir. Özellikle sadece orta tabakaya 50 ml/dk ve sadece üst tabakaya parafin verilen levhalarda rutubet sonuçlarının arttığı görülmüştür.

Kalınlık artımı TS EN 317'de en fazla %15 olarak belirtilmiştir (Gündüz ve Yılmaz, 2005). Fakat parafin kullanım miktarının kalınlığına şişme üzerine etkili olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalınlık artışı oranına kontrol levhasında %23,0 sonrasında ise sadece ÜT'ya parafin verilen numunelerde görülmüştür ve ortalama sonuç ise %22,1 değeri olarak ortaya çıkmıştır. OT ve ÜT'da parafinin kullanıldığı levhalarda, en düşük kalınlık artışı oranı %17,6 en yüksek kalınlık artışı oranı %18,9 olmuştur. Sadece ÜT'ya parafin verilmesinin levhaların şişme değerleri üzerindeki etkisinin az olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 20 incelendiğinde parafin verilmeyen kontrol levhasının su alma (24 saat) oranı %98,3 gelmiştir. OT ve ÜT'ya verilen parafin miktarının çok düşük olduğu 50 ml/dk miktarlarında su alma (24 saat) %93,0 geldiği halde sadece ÜT'ya parafin verilen numunelerde en yüksek oran %97,5 değeridir.

Gerek şişme (24 saat) gerekse su alma (24 saat) oranlarına bakıldığında levhanın orta tabakasını oluşturan yongalara parafin verilmesi durumunda elde ettiğimiz değerler, aynı oranda üst tabaka talaşlarına parafin verildiği değerlerinden daha düşük gelmektedir. Bu durumun ana sebepleri olarak ÜT talaşların yoğunluğunun yüksek, porozitesinin düşük olmalarından dolayı suyu absorbe etmesinin zor olmasıdır. İkinci sebep olarak OT yongaların yoğunluğunun düşük, porozitesinin yüksek dolayı su alma yeteneğinin fazla olması ve ÜT talaşlara oranla çalışma oranının fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Tablo 19'dan da görüleceği gibi levha boyut stabilizasyonu daha fazla sağlanması, her iki tabakaya da parafin verilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır.

Parafin miktarının yüzey absorpsiyonu değeri üzerinde kesin etkisi olduğu görülmemektedir. Bu sonucu etkileyen en büyük faktör levhaların yüzey yoğunluk değeri, zımparalama sonrası yüzey düzgünlüğü ve zımpara bantlarının talaş kaldırma payları yani levha son kalınlığıdır. ÜT talaşların sıcak preste sıkıştırılmaları esnasında oluşan yüzey yoğunluk değeri ne kadar fazla olursa yüzey absorpsiyon değeri buna bağlı olarak orantılı şekilde artmaktadır. Bununla beraber zımparalama sonrası yüzey düzgünlüğünün daha küçük bant kumları ile sağlanması ve levha üzerinde ölü tabaka (pasif tabaka) olarak tabir edilen bölgenin uzaklaştırılarak daha pürüzsüz yüzey elde edilmesi, yüzey absorpsiyon değerini olumlu etkilemektedir. Genel olarak işletme şartları dahilinde ÜT talaşlara parafin verilmesi ve miktarının arttırılması durumunda levha yüzeylerinin zımparalama işleminden sonra parlak ve kaygan bir yüzeye sahip olduğu gözlemlenmektedir.

Elde edilen veriler incelendiğinde kontrol levhasının yüzey absorpsiyon değeri 315,5 mm çıkmıştır. Üst tabakada parafin verilen numuneler incelendiğinde parafin miktarının azalmasıyla yüzey absorpsiyonu değerinde kademeli azalma gösterdiği görülmektedir.

TS EN 312 (2005) standardında eğilme direnci değerlerinin 18 mm kalınlığındaki levhalarda en az 10 N/mm² öngörülmektedir. Buna göre yapılan deneyler sonucu tüm numunelerin değerleri istenen değerden yüksek gelmiştir. Bu çalışmada parafin miktarının levhaların eğilme direnci üzerinde etkisi olmadığı görülmektedir.

Eğilme direncini olumlu yönde etkileyen faktörler olarak ÜT talaş oranı, ÜT tutkal miktarı, levhanın ÜT yoğunluğu, levha yoğunluğu ön sıralarda gelmektedir.

Eğilme direnci ile paralel hareket eden elastikiyet modülü değerinde tüm numunelerin değerleri 1600 N/mm^2 'den büyük gelmiştir. Sonuç olarak parafin miktarının elastikiyet modülü değeri üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığı anlaşılmaktadır.

TS EN 312 (2005) standardında yüzeye dik çekme direnci $0,24 \text{ N/mm}^2$ olarak belirtilmiştir. Parafin verilmeyen kontrol levhasında bu değer $0,41 \text{ N/mm}^2$ olup tüm numunelerin verileri birbirine çok yakın değer arz etmektedir. Orta ve üst tabakaya parafin verildiğinde çekme direnci ortalama $0,395 \text{ N/mm}^2$, sadece orta tabakaya uygulandığında $0,41 \text{ N/mm}^2$ ve üst tabakaya uygulandığında $0,41 \text{ N/mm}^2$ değerleri elde edilmiştir. Tablo 19'daki sonuçlardan anlaşılabacağı üzere parafin miktarının yüzeye dik çekme direnci üzerinde herhangi bir etkisi görülmemektedir.

Yonga levhaların vida tutma direnci üzerinde vidalama yönü, yonga levhanın yoğunluğu, rutubet miktarı, vida çapı, vida girme derinliği, vida tipi, vida adımı, pilot deliği çapı ve derinliği, vida ucunun şekli, vidanın yapıldığı materyal, vidayı çekme kuvvetinin hızı gibi çok değişik faktörlerin etkisi vardır. (Bozkurt ve Göker, 1985). Bunların dışında Yonga levhalarda vida tutma direnci yonga levhanın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bunun yanında vida tutma direnci levha içindeki yonga partiküllerinin birbirleri ile temas gücüne bağlıdır. Temas gücünü etkileyen faktörler ise levhayı oluşturan odun karışım türü, sıcak preste gerçekleşen sıkıştırma oranı ve tutkal çözeltisinde bulunan tutkal katı madde miktarıdır.

Yapılan testlerde elde ettiğimiz vida tutma direnci değerlerinde en düşük sonuç orta ve üst tabakaya 150 ml/dk parafin verilen numunelerde görülmüş olup bu değer $642,7 \text{ N}$ 'dur. Bu çalışmaya göre parafin miktarının vida tutma direnci üzerinde herhangi bir etkisi görülmemektedir.

Elde ettiğimiz verilere göre orta ve üst tabakaya fazla miktarda parafin verilmesi durumunda (450 ml/dk ve 450 ml/dk) yüzey sağlamlığı direnci önemli oranda düşmektedir. TS EN 312'de istenen minimum değer $0,8 \text{ N/mm}^2$ 'dir. Özellikle her iki tabakaya 450 ml/dk parafin verilen numunelerde ortaya çıkan $0,83 \text{ N/mm}^2$ değeri sınır değere çok yakın çıkmıştır. Diğer tüm test sonuçlarında standart değerinin üzerinde veri elde edilmiştir.

4.2 Öneriler

Yonga levhalar; birçok kullanım alanı için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşımaları, düzgün yüzeyli olmaları, istenilen ebatlarda ve kalınlıkta üretilebilmeleri, çivi, vida ve tutkal yardımı ile diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilmeleri, koruyucu, yanmayı geciktirici ve hidrofobik maddeler yardımı ile su itici özellikler kazandırılabilmesi, odun artıkları ve yıllık bitkiler gibi ligno selülozik ve ligno selülozik olmayan materyallerin hammadde olarak kullanılabilmesi, ikame ettiği diğer ürünlerden daha ucuz olması gibi çeşitli özelliklere sahip olmalarından dolayı üretim artışı olan bir ürün olarak piyasada yer almaktadır. Günümüzde üretim teknolojisi ve ekipmanlarında ki gelişmeler sayesinde farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilebilmektedir (Baharoğlu, 2010).

Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de düşük maliyetle yüksek kalitede üretim prensipleri benimsenmiştir. Ülkemizde yonga levha üretimi tamamen özel kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Özel kuruluşlar yüksek kârlılık elde edebilmek ve serbest piyasa koşullarında rekabet güçlerini artırabilmek için maliyetler ve yüksek kalite üzerinde yoğunlaşmışlardır. Yüksek kalite prensiplerini ise yüksek maliyetlerle yüksek kalitede ürün üretmekle değil en düşük maliyette, müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla sağlamaktadırlar. En düşük maliyetle yüksek kaliteyi ise müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı ürünler üretmek yolu ile gerçekleştirmektedirler (Biçer, 2014).

Bu çalışmada, belirlenmiş proses şartları altında üretilen deney levhalarına çeşitli miktarlarda parafin verilerek fiziksel ve mekanik değerlerindeki değişimler incelenmiştir. Özellikle fiziksel faktörlerden olan şişme (24 saat) ve su alma (24 saat) değerlerinden minimum sonuç elde edilmesi diğer değerlerden ise maksimum sonuç elde edilmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla yapılan çalışmanın tüm test sonuçları Tablo 21’de verilmiştir.

Optimum miktarda parafin kullanım miktarını tespit etmek iki şarta bağlanmıştır.

- Minimum miktarda parafin kullanmak.
- Fiziksel ve mekanik değerlerde istenen sonuçları elde etmek.

Tablo 21. Optimum parafin kullanım miktarı.

DENEY NO	ORT. PARAFİN MİK. (ml/dk)	ÜT. PARAFİN MİK. (ml/dk)	ORT. YOĞUNLUK (Kg/m ³)	ORT. RUTUBET (%)	ORT. ŞİŞME (%)	ORT. SU ALMA (%)	ORT. YÜZ. ABS. (mm)	ORT. EĞİL. DİRENÇİ (N/mm ²)	ORT. ELAST. MODULÜ (N/mm ²)	ORT. ÇEKME DİRENÇİ (N/mm ²)	ORT. VİDA TUTMA DIR. (N/mm ²)	ORT. YÜZEY SAĞ. (N/mm ²)
1	-	-	588,0	8,0	23,0	98,3	315,5	10,2	2036	0,41	654,3	0,93
2	450	450	583,3	6,7	17,6	89,0	376,7	10,3	2172	0,39	648,7	0,83
3	300	300	582,0	6,4	17,9	90,3	343,5	10,2	2129	0,39	672,7	0,88
4	150	150	582,0	6,3	18,8	89,0	360,0	10,2	2127	0,40	642,7	0,95
5	50	50	585,0	6,4	18,9	93,0	317,5	10,5	2211	0,40	706,3	0,95
6	450	-	588,3	6,5	18,4	92,1	316,5	10,5	2158	0,43	664,7	0,96
7	300	-	584,5	6,0	19,1	93,7	331,0	10,4	2163	0,41	658,3	0,88
8	150	-	581,6	6,8	18,1	92,8	292,7	10,2	2047	0,40	702,3	0,94
9	50	-	584,3	7,7	22,0	97,0	296,0	10,3	2078	0,40	675,7	0,92
10	-	450	575,3	7,1	21,3	96,1	330,2	10,3	2053	0,40	649,7	0,90
11	-	300	581,6	7,4	21,7	96,6	311,5	10,2	1971	0,40	650,3	0,86
12	-	150	585,6	7,7	22,6	97,4	328,8	10,2	1991	0,42	688,3	0,91
13	-	50	581,6	7,8	22,8	97,5	284,5	10,4	2079	0,42	670,7	0,90
ORTALAMALAR			583,0	7,0	20,2	94,1	321,7	10,1	2094	0,41	668,1	0,91

Tablo 20 incelendiğinde bu iki şartı sağlayan unsurun orta tabaka yongaya ve üst tabaka talaşa verilen 150 ml/dk parafin miktarı olduğu anlaşılmaktadır.

Yine aşağıdaki Tablo 22’de aynı proses şartlarında OT yonga ve ÜT talaşa verilen parafinin saatlik tüketimleri verilmiştir.

Tablo 22: Parafin maliyetine ait bulgular.

O.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	Ü.T. PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	TOPLAM PARAFİN MİKTARI (ml/dk)	PARAFİN TÜKETİMİ (lt/m ³)	PARAFİN TÜKETİMİ (lt/h)	YILLIK PARAFİN TÜKETİMİ (Ton/Yıl)	YILLIK PARAFİN MALİYETİ (TL/Yıl)
450	450	900	1,62	54	291,6	616.734
300	300	600	1,08	36	194,4	411.156
150	150	300	0,54	18	97,2	205.578
50	50	100	0,18	6	32,4	68.526
450	-	450	0,81	27	145,8	308.367
300	-	300	0,54	18	97,2	205.578
150	-	150	0,27	9	48,6	102.789
50	-	50	0,09	3	16,2	34.263
-	450	450	0,81	27	145,8	308.367
-	300	300	0,54	18	97,2	205.578
-	150	150	0,27	9	48,6	102.789
-	50	50	0,09	3	16,2	34.263

Yonga levhada 1 lt/m³ tüketimle yonga levha maliyetinin yaklaşık %0,3-0,5’ini oluşturan parafinin, işletme şartlarını olumsuz etkilemeyecek şekilde minimum miktarda kullanılması levha maliyetlerinde önemli oranda düşüşe sebep olacaktır.

Yonga levha üretimin ortalama olarak 33,34 m³/h ve 180.000 m³/yıl olduğunu kabul edildiğinde parafin tüketimi Tablo 22’de ki gibi olacaktır (Parafin fiyatı: 2,115 TL/Ton).

Bu araştırma sonucunda parafin miktarının değiştirilmesi veya verilmemesi sonucu TS EN standartlarında ortaya konulmuş olan değerlere aykırı bir sonuç ortaya çıkmamaktadır. Tablo 21 incelendiğinde yıllık parafin maliyetinin maksimum 616.734 TL ile minimum 34.263 TL arasında değiştiği görülmektedir. Fakat işletmelerde üretim esnasında kalite ve kapasiteyi olumsuz etkileyecek koşulların oluşmaması amacıyla (taşıma makinalarının yüzeyine tutkallı talaşın yapışması, tutkal tüketiminin artması, levhaların ÜT görünüşlerinde parlak ve kaygan görünümün azalması vs.) optimum miktarın tespit edilmesi gerekmektedir.

Bu çalışma sonucunda ortaya çıkan optimum duruma göre yıllık parafin maliyeti 205.578 TL/yıl olarak gerçekleşmektedir. Bu durumun karşılığı olarak 0,54 lt/m³ değeri optimum değeri kapsadığından yıllık 97,2 ton/yıl parafin tüketimi oluşmaktadır. Bu miktarın tam kuru yonga+talaşa oranı ise %0,26 civarındadır. Bununla beraber parafinin levha içerisindeki oranı %0,093’tür.

Bu sonuçlar ile beraber alternatif tedarik yollarına gidilmesi ve AR-GE çalışmalarına önem verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdullah, Z.A. ve Park, B.D. (2009). Hydrolytic stability of cured urea formaldehyde resins modified by additives. *Journal of Applied Polymer Science*, 14 (2): 1011-1017.
- Akbulut, T. (1999). Çeşitli Üretim Değişkenlerinin Yonga Levhanın Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi Özeti, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Odun Mekaniği Teknolojisi Anabilim Dalı, İstanbul, 195 s.
- Akbulut, T. (2000). Yonga levha endüstrisi. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7: 112-119.
- Akkayan, S.C. ve Özden, Ö. (1988). Parafinli kağıt üretimi ve Türkiye'deki durumu. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 38 (2): 94-106
- Akkılıç, H. (1998). Farklı Yüzey Malzemeleri ile Kaplanmış Yonga Levhalarda Teknolojik Özelliklerin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul, 142 s.
- Akyüz, İ. (2004). Avrupa Birliğine giriş sürecinde Türkiye ile Avrupa Birliği üye ülkelerin yonga levha dış ticareti. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (4): 124-134.
- Anon. (1975). *Adhesive Bonding of Wood*. US Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin, No: 1512, Washington.
- Anon. (1999). Wood Handbook. *Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Products Laboratory, Forest Service*, <http://www.fpl.fs.fed.us> (2000).
- Aslan, M. (2007). İçme Suyu Atık Çamurunun Çimentolu Yonga Levha Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 135 s.
- Atar, İ. (2012). Sertleştirici Türü, Üre Kullanımı ve Depolama Süresinin Yonga Levhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 148 s.
- Avcı, E. (2007). Türkiye'de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 162 s.
- Baharoğlu, M. (2010). Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s.

- Balkız, Ö.D. (2007). *Ormangülünün (Rhododendron ponticum l.) Lifler Kullanılarak Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretiminin Koşul ve Olanakları*. Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten, No: 284, Ankara.
- Bardak, S. (2009). Sıcak Pres Diyagramı ve Zımpara Tozu Kullanımının Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 133 s.
- Bardak, S. (2010). Bazı faktörlerin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, 20-22 Mayıs, V: 1887-1898.
- Berkel, A. (1953). Deşelerden faydalanma imkanlarından talaş levhaları imali. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (1-2): 3-17
- 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, 169 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1985). *Yonga Levha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, No: 3311/372, İstanbul, 263 s.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, 3311/372, İstanbul, 263 s.
- Bozkurt, A. Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 3614/413, İstanbul (İkinci baskı).
- BS 1811 (1969). *Methods of Test for Wood Chipboard and Other Particle Board*. British Standards Institution.
- Conner, A.H. (2001). *Urea Formaldehyde Adhesive Resins*. Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 8496-8501.
- 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, 92 s.
- Dayanıklioğlu, S. (2004). Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul, 148 s.
- Dayanıklioğlu, S. (2013). Türkiye’de yonga ve lif levha sektörü. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 117: 52 ve 54.

- Ekizoğlu, A. (1985). Türkiye’de Yonga Levha Endüstrisi Sorunları ve Çözüm Yolları. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Ekonomisi Anabilim Dalı, Ormancılık Politikası Bilim Dalı, İstanbul, 172 s.
- Geçgel, A. (2010). Bağ Budama Artıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların Çeşitli Malzemeler ile Güçlendirilerek Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 131 s.
- Gertjeansen, R.O. (1972). *Properties of Particle Board from Sunflower Stalks and Aspen Planer Shavings*. University of Minnesota, Agriculture Experiment Station, Technical Bulletin, USA, 311:8.
- Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C. ve Oliveria, J.T.D. (2008). Influence of the composition of tannin-urea-formaldehyde resins the physieal and mechanics properties of particle board. *Revista Arvore*, 32 (4): 715-722.
- Göker, Y. (1978). *Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla ve Yonga Levha Sanayi Gelişme Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Araştırmalar*. İÜ, Orman Fakültesi, Yayın No: 2489/267, 248 s.
- Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yonga levhaların kullanım yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7:128-133.
- Güler, C. (2001). Pamuk (*Gossypium hirsutum L.*) Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 121 s.
- Güller, B. (2001). Odun kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, (2): 135-160.
- Gündüz, G. ve 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): 49-57.
- Gündüz, G. ve Yılmaz, Z.A. (2005). Türkiye’de 16 Farklı Tesiste Üretilen Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri. *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 7, Sayı: 8.
- Günsel, U. (2004.) Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga Levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 133 s.
- Heebink, B.G. (1967). Wax in Particle Boards. *İN: T. Maloney: Proceedings of the W.S.U. Particle Boards Symposium*, No: 1, Pullmann, Wash .

- Hsy, C.Y. (2009). Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldehyde Polymer. *Forest Products Journal*, 59 (5): 19-24.
- Huş, S. (1997). *Ağaç Malzeme Tutkalları*. İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Hundhausen, U., Stohldreier, R., Miltz, H. ve Mai, C. (2009). Procedural Influence on the Properties of Particle Boards Made from AKD Modified Chips. *European Journal of Wood and Products*, 67 (3): 303-311.
- 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 Anabilim Dalı, Düzce, 93 s.
- İstek, A. (2006). Sert Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık ve Basıncın Etkisi. *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, Cilt: 8, Sayı: 10.
- İstek, A. (2010). *Ders Notları*. Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (*Pinus pinaster ait*) Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri Mühendisliği Programı, Trabzon, 144 s.
- Kalaycıoğlu, H. (2003). Odun Levha Ürünleri Ders Notları. KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No: 69, Trabzon. s. 2-11.
- Kalaycıoğlu, H. (2006). *Yonga Levha Endüstrisi Basılmamış Ders Notları*. KTÜ, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R. (2009). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Karacalıoğlu, T. (1974). Ormangülü Odunlarının Bazı Özellikleri İle Bu Odunların Yonga Levha Yapımında Kullanma Olanaklarının Laboratuvar Koşullarında Araştırılması. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 60, Ankara.
- Karakuş, B. (2007). Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 97 s.
- Kartal, S.N., Clausen, C.A. (2001). Leacability and Decoy Resistance of Particle Board Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 47 (3): 183-191.

- Kollmann, F.P., Kuenzi, E.W. ve Stamm, A.J. (1975). Principles of Wood Science and Technology. Wood Based Materials. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. 2: 139-149.
- Lynam, F.C. (1969). *Particle Board Manufacture and Applications*. Presmedia Books LTD., U.K.
- Maloney, T.M. (1977). Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, CA, USA.
- Maloney, T.M. (1996). The Family of Wood Composite Materials. Forest Products Journal, Vol: 46, No: 2.
- Maminski, M.L., Borysiuk, P. ve Parzuchowski, P.G. (2008). *Improved Water Resistance of Particle Boards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin*. Holz Als Roh-Und Werkstoff, 66 (5): 381-383.
- Moslemi, A. (1990). Inorganic bonded wood and fiber composite materials. II. *International Inorganic Bonded Wood and Fiber Composite Material Conference*, Idaho, USA.
- Nemli, G. (1995). Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 87 s.
- Nemli, G. (2003). Sentetik Laminant Endüstrisi. KTÜ, Orman Fakültesi Yayınları, Ders Tekirleri Serisi, No: 71, Trabzon, s. 91-111.
- Nemli, G. ve Aytaç, A. (2002). Üre Formaldehit Tutkallar. Mobilya Dekorasyon Dergisi, 47 (6): 218.
- Nemli, G. ve Çolak, S. (2002). Laminant Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları. Ağaç Makineleri Dergisi, 4: 46-48.
- Nemli, G. ve Kalaycıoğlu, H. (2000). Yonga Levha Teknolojisi. Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi, Sayı: 7.
- Nemli, G., Demirel, S. ve Zekoviç, E. (2006). Yonga Rutubeti, Parafin Kullanımı ve Ağaç Cinsinin Yonga Levhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Üzerine Etkileri. Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi, 7(2): 81-93.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. ve Akbulut, T. (2004). Pres Çeşidinin Yonga Levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkisi, *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1(2): 89-95.
- Öktem, E. (1979). *Ormangülü Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 113, Ankara.

- Örs, Y. ve Akyıldız, M.H. (2004). Türkiye Yonga Levha ve Lif Levha Sanayisinin Durumu, Ahşap Dergisi, <http://www.ahsaponline.net>, Floor Magazine, http://www.floor.com.tr/bilimsel_makaleler.htm, (05.10.2009)
- Özdamar, İ.H. (2007.) Orman Ürünleri Endüstrisinde İstatiksel Kalite Kontrol: Yonga Levha Üretiminde Bir Çalışma. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A, ISSN: 1302-7085, 1: 79-91.
- Özen, R. (1975). Dikey Yongalı Levhalar. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, Cilt XXV, Sayı 2.
- Özen, R. (1980). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 30, Trabzon.
- Özen, R., Kalaycıoğlu, H. (2007). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Pablo, A., Geimer, R.L. ve Wood J.E. (1994). Proceedings, Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composite Materials. Editor Moslemi A.A., Forest Prod. Soc, Madison, Wis., 4, 98-102.
- Papadopoulos, A.N., Hill, C.A. ve Traboulay, E. (2002). Isocynate Resins for Particle Board; PMD1 and EMDG, Holz als Roh-Und Werkstoff, 60, 2, 81-83.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives: Chemistry and Technology*. Vol. 1, Marcel Dekker, New York, USA
- Pizzi, A. (1994.) *Advanced Wood Adhesive Technology*. Marcel, Dekker, pp. 10-120, New York, USA.
- Roffael, E. (1987). Drying of Pine Particles and the Effect on the Strength of Particle Board. In: *Proceeding*. 21st International Particle Board/Composite Materials Symposium, Pullman, WA: Washington State University.
- Sarı, B. (2011). Yonga Kurutma Sıcaklığının Yonga Levhanın Fiziksel, Mekanik ve Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 118 s.
- Solberg, B., Brooks, D., Pajujoja, H., Peck, T.J. ve Wardle, P.A. (1996). Long-Term Trends and Prospects in World Supply and Demand for Wood and Implications for Sustainable Forest Management: A Synthesis. European Forest Institute. ISBN 952-9844-21-2, Finland.
- TS 180 (1978). *Yonga Levhaları (Yatık Yongalı, Genel Amaçlar için)*, TSE, Ankara.
- TS EN 309 (1999). *Ahşap Yonga Levhalar-Tarif ve Sınıflandırma*, TSE, Ankara.

- TS EN 310 (1993). *Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modulünün Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 311 (2005). *Ahşap Esaslı Levhalar-Yüzey Sağlamlığı-Deney metodu*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-1 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 1: Bütün Levhalar İçin Genel Özellikler*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-2 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-3 (2005). *Yonga Levhalar, Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-4 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 4: Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-5 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 5: Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-6 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Kuru Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 312-7 (2005). *Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 7: Nemli Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 317 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 319 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 322 (1999). *Ahşap Levhalar-Rutubet Miktarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 323 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 323-1 (1999). *Ahşap Yonga Levhalar-Özgül Kütlenin Tayin Edilmesi*, TSE, Ankara.
- TS EN 325 (2014). *Ahşap Esaslı Levhalar-Deney Numunelerinin Boyutlarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 326-1 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi*, TSE, Ankara.
- TS EN 326-3 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 3: Ayrılan Bir Levha Partisinin Muayenesi*, TSE, Ankara.

- TS EN 382-1 (1999). *Lif Levhalar, Yüzey Absorpsiyonu Tayini; Bölüm 1:Kuru Metotla Üretilen Lif Levhalarda Deney Metodu*, TSE, Ankara.
- Tunç, H. (2012). Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı ile Üretilmiş Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 100 s.
- Türker, M.F. ve Toksoy, D. (1992). Devlet Ormanlarından Odun Hammaddesinin Yakacak Odun Amacıyla Tüketilmesi Probleminin Çözüm Yolları. Çevre Dergisi, Sayı: 5.
- Unchi, S. (1996). Acetylation of Acacia Magnum Wood Fibers and Its Application in the MDF Manufacturing. Ph. D. Thesis, Faculty of Forestry University, Pertanian, Malaysia.
- URL-1 (2011). http://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2012/Orman%20Urunleri%20Rapor_2011.pdf, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, 2012 Yılı Orman Ürünleri Raporu, 05 Ekim 2015.
- URL-2 (2014). http://www.starwood.com.tr/tr/yonga_levha-sunta, Starwood AŞ., Yonga Levha, 05 Ekim 2015.
- URL-3 (2014). <http://www.sanliogluorman.com.tr/tr/yongalevha-yongapan.html>, Şanlıoğlu Orman Ürünleri LTD. ŞTİ., Yonga Levha, 05 Ekim 2015.
- URL-4 (2013). <http://www.hombak.com/Drum-chipper.35.0.html?L=2>, Hombak Maschinen und Anlagenbau, Drum Chipper, 05 Ekim 2015.
- URL-5 (2015). <http://www.woodenergy.ie/media/woodenergy/content/woodharvestingequipment/equipment2/DrumChipper1.png>, Wood Energy Ireland's Natural and Renewable Energy Source, Drum Chipper, 05 Ekim 2015.
- URL-6 (2011). <http://www.rgbstock.com/bigphoto/n6Nm9l8/chip+of+the+old+block>, Rgbstock Free Stock Photos, Chip of the Old Block, 05 Ekim 2015.
- URL-7 (2015). <http://www.epc-japan.com/product/PZKR%20pic.JPG>, Euro Planning Corporation, Pallmann Knife Ring Flaker, Type – PZKR, 05 Ekim 2015.
- URL-8 (2016). <https://www.maschinensucher.de/dokumente/2328716.pdf>, Maschinensucher, Pallmann PZKR, 14 Şubat 2016.
- URL-9 (2015). <http://www.pallmann.eu/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=NhMFArQM8iOhmNSBLrwtuyS39HnX3N6VbLc-uIuGHAA>, Pallmann, PZKR, 05 Ekim 2015.
- URL-10 (2014). <http://www.siempelkamp.com/index.php?id=753&L=1>, Siempelkamp Maschinen und Anlagenbau, Trockner, 05 Ekim 2015.
- URL-11 (2015). <http://www.ujtrading.se/en/used-equipment/sold-machines/bruks-bs62-chip-screen-20718507>, UJ Trading AB, Chip Screen, 05 Ekim 2015.

- URL-12 (2016). <http://www.lippel.com.br/en/biomass-handling-and-storage/biomass-storage/horizontal-silos.html#.VfWPumcVjIU>, Lippel, Horizontal Silos, 10 Ocak 2016.
- URL-13 (2015). <http://liner.com.tr/silolar.htm>, Liner, Vertikal Silo, 05 Ekim 2015.
- URL-14 (2013). <http://www.emesis.com.tr/proje-bilgi.aspx?Id=0349>, Emesis Elektrik Mekanik Elektronik Sistemler, Tutkal Hazırlama ve Dozajlama, 05 Ekim 2015.
- URL-15 (2015). http://i00.i.aliimg.com/photo/v0/1870915332/chipboard_making_machine_Glue_mixer.jpg, Alibaba Global Trade Starts Here, Chipboard Making Machine Glue Mixer, 05 Ekim 2015.
- URL-16 (2015). <http://ahsap.fordaq.com/fordaq/srvAuctionView.html?AucTId=1500339>, Fordaq The Timber Network, Sanding+Calibrating for Plywood, Chipboard, mdf, Used, Cremona, 2 cs+2 ca/lcsı 1350, 10 Ekim 2015.
- URL-17 (2015). <https://tr.wikipedia.org/wiki/Parafin>, Wikipedia, Parafin, 12 Ekim 2015.
- URL-18 (2015). <http://www.kimyaendustri.com/urunler/detay/107/5067>, Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği, Kimya Mühendisleri Odası, Parafin Waxlar, 12 Ekim 2015.
- URL-19 (2015). <http://www.tr.all.biz/parafinler-bgc3503>, Allbiz, Parafinler, 12 Ekim 2015.
- URL-20 (2015). <http://www.nkfu.com/parafin-nedir-ozellikleri-nelerdir/>, nkfucom, Parafin nedir? Özellikleri Nelerdir?, 12 Ekim 2015.
- URL-21 (2015). <http://www.ammaddeleransiklopedisi.com/makaledetay.php?seo=sivi-parafn-ammaddeler-ansiklopedisi>, Hammaddeler Ansiklopedisi, Parafin, 12 Ekim 2015.
- Usta, P. (2011). Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta.
- Younquist, J.A., English, B.E., Spelter, H. ve Chow, P. (1993). Agricultural Fibers in Composition Panels. *Proceeding of the 27th International Particle Board /Composite Materials Symposium*, Washington.
- Yusuf, S. (1996). Properties Enhancement of Wood by Crosslinking Formation and Its Application to the Recons Tituted Wood Products. Ph.D.Thesis, Kyoto University, Kyoto, Japan.
- Zengin, H. (2010). Yonga Levha ve Lif Levha Endüstrisinde Odun Hammaddesi Sağlanması Sorunları ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Ormancılık Politikası ve Yönetimi Programı, İstanbul, 86 s.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Murat GÖZALAN
Doğum Yeri ve Tarihi : İSTANBUL/1973

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi,
Orman Endüstri Mühendisliği.
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Endüstri
Makinaları ve İşletme Bilim Dalı.
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : -
Aldığı Ödüller : -

İş Deneyimi

Stajlar : MKE Etağ Ağaç Sanayi AŞ. Ankara (1996)
Projeler ve Kurs Belgeleri : -
Çalıştığı Kurumlar : Starwood AŞ. Bursa (2000–2001)
Yontaş AŞ. Samsun (2001–2003)
İttaş AŞ. Bursa (2003–2007)
Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu (2007-)

İletişim

E-Posta Adresi : m.gozalan@hotmail.com

Tarih : 17 / 06 / 2016