



T.C.

KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİ FARKLI TUTKAL KULLANILARAK ÜRETİLEN
YONGA LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

MEHMET CÜLFÜK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2017

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİ FARKLI TUTKAL KULLANILARAK ÜRETİLEN YONGA
LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

MEHMET CÜLFÜK

Bu tez,
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS
derecesi için hazırlanmıştır.

KAHRAMANMARAŞ 2017

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Mehmet Cülfük tarafından hazırlanan “İki Farklı Tutkal Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi” adlı bu tez, jürimiz tarafından 08.08.2017 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ (DANIŞMAN)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Alperen KAYMAKÇI (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı – KÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mehmet CÜLFÜK



Bu çalışma KSÜ BİLİMSEL ARAŞTIRMALARI PROJELERİ KOORDİNASYON BİRİMİ tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2015/3-43 YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

İKİ FARKLI TUTKAL KULLANILARAK ÜRETİLEN YONGA LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

MEHMET CÜLFÜK

ÖZET

Bu çalışmada iki farklı tutkal ve iki farklı hammadde kullanılarak yonga levhalar üretilmiştir. Hammadde olarak odun yongası ve buğday sapı, tutkal olarak üre formaldehit ve PMDI kullanılmıştır. Çalışmanın amacı üretilen yonga levhaların kalite özellikleri üzerine tutkal türü, tutkal miktarı, hammadde türü ve hammaddelerin yonga levha içerisindeki kullanım yerlerinin etkisinin belirlenmesidir. Bu amaç doğrultusunda tek ve üç tabakalı olmak üzere 16 adet yonga levha üretilmiştir. Üretilen levhaların eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü değerleri, yüzeye dik çekme direnci, kalınlık artışı ve ağırlık artışı (su alma) oranları sırasıyla EN 310, EN319 ve EN 317 standartlarına göre belirlenmiştir. Elde edilen istatistik sonuçlarına göre PMDI tutkallı levhalar üre formaldehitli levhalara göre daha yüksek çekme direnci, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü değerlerine sahip olduğu görülmüştür. Üretilen levhalarda kullanılan tutkal oranı artıkça mekanik değerlerde artış olduğu belirlenmiştir. Üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalar PMDI tutkalı ile üretilen levhalardan daha çok su alıp şiştiği tespit edilmiştir. PMDI tutkalı ile üretilen yonga levhaların tamamı standartta istenen değerleri sağlamıştır.

Anahtar kelimeler: Yonga levha, üre formaldehit, PMDI, buğday sapı, odun yongası

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ağustos / 2017

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ

Sayfa sayısı : 85

**DETERMINATION OF SOME PROPERTIES OF PARTICLEBOARDS
PRODUCED WITH TWO DIFFERENT ADHESIVES**

(M. Sc. THESIS)

MEHMET CÜLFÜK

ABSTRACT

In this study, particleboards were produced with two different adhesive and two different lignocellulosic materials. Urea formaldehyde and PMDI were used as adhesive. Wheat straw and mixture of pine and poplar particles were utilized as lignocellulosic material. The aim of the study was to determine the effects of type and amount of adhesive, type of lignocellulosic materials on the particleboards properties. In addition, effects of usage layers of the lignocellulosic materials were investigated. For this purpose, sixteen particleboards with single or three layers were produced. Test samples were prepared and their mechanical and physical properties including bending strength, modulus of elasticity, internal bond strength, thickness swelling and water absorption of the samples were determined according to EN 310, EN 319 and EN 317 standards, respectively. As results of this study, the particleboards produced with PMDI adhesive were provided better bending strength, modulus of elasticity, internal bond strength than urea formaldehyde adhesive. Mechanical strength values were increased with rising of adhesive amount. The particleboards produced with urea formaldehyde were absorbed more water and more swelled than PMDI. All the boards manufactured with PMDI adhesive provided standard requirements.

Keywords: Particleboard, urea formaldehyde, PMDI, wheat straw, wood particle

Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industry Engineering August/2017

Supervisor : Assist. Prof. Kadir KARAKUŞ

Page Number : 85

TEŞEKKÜR

“İki Farklı Tutkal Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı bu tez çalışması Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans eğitimim süresince ilgi ve desteğini esirgemeyen, tez çalışmalarımın hazırlanmasında büyük emekler sarf eden ve tezimin yönlendirilmesinde bilgi ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan Danışman Hocam Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ’a, çok değerli hocam Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU’na ve tez jürimde bulunan değerli hocam Yrd. Doç. Dr. Alperen KAYMAKÇI’ya sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca laboratuvar çalışmalarında her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. İlkay ATAR' a, Arş. Gör. İbrahim Halil BAŞBOĞA’ya çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim sırasında benimle beraber olan ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Fatma BOZKURT’a, Merve ARAS ERDOĞAN' a teşekkür ederim. Ayrıca KSÜ Bilimsel Araştırmaları Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) ve çalışmamda kullandığım üre formaldehit ve odun yongasını temin eden Kastamonu Entegre Tarsus Yonga Levha tesisine teşekkürlerimi sunarım.

Beni bugünlere yetiştiren ve öğrenim süresince her türlü yardımlarını esirgemeyen canım babama, anneme, abim ve ablalarımın sonsuz teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım.

Mehmet CÜLFÜK

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yonga levha nedir? Yapılan tanımlar	2
1.2. Yonga Levha Üretiminin Tarihçesi.....	4
1.3. Yonga Levhaların Sınıflandırılması.....	5
1.4. Yonga Levhaların Kullanım Alanları.....	7
1.4.1. Etiketli yonga levhaların kullanım alanları.....	7
1.4.2. Odun talaşı ve zirai atıklardan üretilen levhaların kullanım yerleri	8
1.4.3. Kat döşemeleri	8
1.4.4. Prefabrik ev yapımı.....	8
1.4.5. Kapı imalatı.....	8
1.4.6. Merdiven basamakları.....	8
1.4.7. Endüstriyel yonga levhalar	9
1.5. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri	9
1.5.1. Türkiye’de odun hammaddesi arz ve talebi	11
1.5.2. Hammadde odun	12
1.5.3. Tarımsal atıklar ve özellikler	15
1.6. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	21
1.6.1. Yapıştırıcı maddeler.....	21
1.6.2. Organik yapıştırıcılar	22
1.6.3. Sentetik tutkallar	22

1.6.3.1. Üre formaldehit	22
1.6.3.2. Melamin formaldehit tutkalı.....	25
1.6.3.3. Fenol formaldehit tutkalları.....	26
Aşağıda Hultzch'a göre Fenol Formaldehit Tutkalının Oluşması gösterilmiştir.	27
1.6.3.4. Resorsin – formaldehit tutkalı	28
1.6.3.5. İzosiyonat tutkalı	28
1.6.4. Termoplastlar	30
1.6.5. Doğal yapıştırıcılar.....	30
1.6.5.1. Bitkisel tutkallar	31
1.6.5.2. Tanen esaslı tutkallar.....	31
1.6.5.3. Lignin esaslı doğal tutkallar	32
1.6.5.4. Soya proteini tutkalı	32
1.6.6. Hayvansal tutkallar	33
1.6.6.1. Süt kazeini tutkalı.....	33
1.6.6.2. Kan albümini tutkalı.....	34
1.6.7. Anorganik yapıştırıcılar	34
1.7. Katkı Maddeleri.....	35
1.7.1. Yanmayı geciktirici maddeler.....	35
1.7.1.1. Hidrofobik maddeler	35
1.7.2. Sertleştirici maddeler	36
1.8. Yonga Levha Üretim Teknolojisi	37
1.8.1. Üretimde kullanılan hammaddeler.....	38
1.8.2. Hammadde odunun depolanması.....	38
1.8.3. Kabuk soyma	38
1.8.4. Yongalama	39
1.8.5. Kaba yongalama.....	40
1.8.6. Normal yongalama.....	40
1.8.7. İnce yongalama	40
1.8.8. Yongaların kurutulması	40
1.8.9. Yongaların sınıflandırılması (Eleme)	41
1.8.10. Yongaların depolanması	42
1.8.11. Yongaların tutkallanması ve diğer katkı maddelerinin ilavesi	42
1.8.12. Tutkal çözeltisinin hazırlanması ve homojenleştirme depoları	43
1.8.13. Yonga levha taslağının oluşturulması (yonga serme işlemi).....	43
1.8.14. Presleme.....	44
1.8.15. Soğuk presleme (çn presleme).....	44
1.8.16. Sıcak presleme	44
1.8.17. Pres sonrası işlemler	45
1.9. Yonga Levhanın Teknolojik Özelliklerini Etkileyen Faktörler	46
1.9.1. Dış tabakada yonga kullanım oranı.....	46
1.9.2. Hammadde ve yongaların rutubet miktarı	46

1.9.3. Emprenye işlemi	47
1.9.4. Yonga serme işlemi.....	47
1.9.5. Yonga geometrisi	47
1.9.6. Tutkal türü ve miktarı	47
1.9.7. Permeabilite	48
1.9.8. Kabuk kullanımı.....	48
1.9.9. pH değeri.....	48
1.9.10. Levha yoğunluğu	48
1.9.11. Levha yüzeyinin kaplanması.....	48
1.9.12. Ağaç türü.....	49
1.10. Yonga Levhanın Bazı Üstün Özellikleri.....	49
2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	50
3. MATERYAL VE METOT	54
3.1. Materyal	54
3.1.1. Odun yongası	54
3.1.2. Buğday sapı.....	54
3.1.3. Yapıştırıcı madde	55
3.1.4. Üre formaldehit (ÜF)	55
3.1.5. Polimerik difenil metan di izosiyanat (PMDI).....	55
3.1.6. Sertleştirici madde	57
3.2. Metot.....	57
3.2.1. Yonga levhanın üretimi.....	57
3.2.2. Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini	61
3.2.2.1. Fiziksel özelliklerin tayini	61
3.2.2.2. Mekanik özelliklerin tayini	62
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	65
4.1. Üretilen Yonga Levhaların Fiziksel Özellikleri	65
4.2. Üretilen Yonga Levhaların Mekanik Özellikleri.....	69
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR.....	77
ÖZGEÇMİŞ	85

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler	12
Şekil 1.2. Hammadde Odun Tomruklar.....	13
Şekil 1.3. Hammadde Planya Makinesi Atıkları	15
Şekil 1.4. Yonga levha hammadde için buğday sapı.....	18
Şekil 1.5. Yıllık Bitkilerin ve Odunların Lif Uzunluklarının Karşılaştırılması.....	19
Şekil 1.6. Üre ile formaldehit arasındaki reaksiyon ve UF tutkalının oluşumu	23
Şekil 1.7. Formaldehit Ve Metanolden Üretim	23
Şekil 1.8. Hultzch'a Göre Fenol Formaldehit Tutkalının Oluşma Aşaması	27
Şekil 1.9. Polimerik difenolmetan diizosiyonat tutkalının odun ile reaksiyonu.....	29
Şekil 1.10. Yonga levha üretim teknolojisi	38
Şekil 1.11. Primer yongalama makinesi	39
Şekil 3.1. Üretimde kullanılan Odun Yongası.....	54
Şekil 3.2. Kullanılan buğday sapsları.....	54
Şekil 3.3. Yonga levha üretiminde kullanılan PMDI tutkalı	56
Şekil 3.4. Yonga levha üretiminde kullanılan yongaların etüvde kurutulması	57
Şekil 3.5. Yonga levha üretiminde kullanılan yongaların tutkallanması.....	58
Şekil 3.6. Yonga levha üretiminde yongaların serilmesi ve levha taslağının oluşturulması.....	58
Şekil 3.7. Levha taslağının preslenmesi ve üretilen levha.....	59
Şekil 3.8. Yoğunluk değerleri ölçümü.....	61
Şekil 3.9. Kalınlık artış miktarı deneyi yapımı.....	62
Şekil 3.10. Eğilme direnci testi.....	63
Şekil 3.11. Çekme Testi.....	64
Şekil 4.1. Tek tabakalı üretilen levhaların yoğunluk verileri	65
Şekil 4.2. Tabakalı olarak üretilen levhaların yoğunluk verileri	66
Şekil 4.3. Tek tabakalı üretilen yonga levhaların kalınlığına şişme değerleri.....	67
Şekil 4.4. Tabakalı olarak üretilen yonga levhaların kalınlığına şişme değerleri.....	67
Şekil 4.5. Tek tabakalı üretilen levhaların eğilme direnci değerleri.....	69
Şekil 4.6. Tabakalı olarak üretilen levhaların eğilme direnci değerleri.....	70
Şekil 4.7. Tek tabakalı olarak üretilen levhaların eğilmede elastikiyet değerleri.....	71
Şekil 4.8. Tabakalı olarak üretilen levhaların eğilmede elastikiyet değerleri	72
Şekil 4.9. Tek tabakalı olarak üretilen levhaların çekme direnci değerleri	73

Şekil 4.10. Tabakalı olarak üretilen levhaların çekme direnci değerleri 73



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Lif üretim kaynakları ve bunların Dünya ve Türkiye üretimindeki yerleri kıyaslaması	10
Çizelge 1.2. Yıllık Bitki Atıklarından Üretilmiş Levhaların Özellikleri	17
Çizelge 1.3. Bazı bitkisel lifler ile ağaç liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	20
Çizelge 1.4. Saman ve Odun Yonga Karışımından Üretilen Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri.....	20
Çizelge 3.1. Üre Formaldehit tutkalının özellikleri.....	55
Çizelge 3.2. PMDI tutkalının özellikleri	56
Çizelge 3.3. Yonga levha üretim reçetesi	60
Çizelge 3.4. Deneme levhalarının üretim şartları.....	61
Çizelge 4.1. Üretilen yonga levhaların 2. ve 24. saat sonunda elde edilen kalınlık artışı değerleri.....	68
Çizelge 4.2. Üre formaldehit tutkalı kullanılarak Üretilen yonga levhaların su alma değerleri.....	68
Çizelge 4.3. PMDI tutkalı kullanılarak Üretilen yonga levhaların su alma değerleri	68

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
Ark	: Arkadaşları
BS	: Buğday Sapı
Ca	: Calcium
Cm	: Santimetre
Dk	: Dakika
Doç	: Doçent
Dr.	: Doktor
ED	: Eğilme Direnci
EN	: Europeane Norm
FF	: Fenol Formaldehit
GAP	: Güneydoğu Anadolu Projesi
İYA	: İğne Yapraklı Ağaç
KA	: Kalınlık Artışı
KSÜ	: Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi
KÜ	: Kastamonu Üniversitesi
LK	: Levha Kalınlığı
LTD	: Limited
MDF	: Medium Density Fiberboard (Orta Yoğunlukta Lif Levha)
Mm	: Milimetre

MPa	: Megapaskal
MUF	: Melamin Üre Formaldehit
OAİB	: Orta Anadolu İhracat Birlikleri
ORMA	: Orman Mahsülleri Entegre Sanayi T.A.Ş.
OSB	: Oriented Structural Board
OY	: Odun Yongası
ÖA	: Özgül Ağırlık
pH	: Power of Hydrogen (hidrojen Gücü)
PMDI	: Polimerik Difenil Metan di İzosiyanat
PVAc	: Polyvinylacetat
PVC	: Polivinil klorür
SF	: Soya Fasulyesi Unu
SPI	: Soya Fasulyesi Proteini
ŞTİ	: Şirketi
TS	: Tabaka Sayısı
TS	: Türk Standartları
ÜF	: Üre Formaldehit
Vb	: ve benzeri
Ve ark	: ve arkadaşları
Vs.	: Vesaire
YA	: Yapraklı Ağaç
YDCD	: Yüzeye Dik Çekme Direnci
Yrd	: Yardımcı

1. GİRİŞ

Orman ürünlerinin bilinçsizce ve hızlı tüketimi, hammadde de yetersizliği ortaya çıkarmıştır (Akbulut, 2000). Yapılan bilimsel araştırmalar sonucunda dünya genelinde özelliklede gelişmekte olan ülkelerde orman alanlarının azaldığı belirlenmiş, dünya genelinde ise orman alanlarının yılda %2 civarında gerilediği tespit edilmiştir (Demirkır, 2006). Bu nedenle bilim dünyası ahşap malzemeye alternatif malzeme üretme üzerine çalışmalar yapmaya başlamış ve yonga levha üretme fikri ortaya çıkmıştır (Güler, 2001). 1936 yılında F. Pfohl tarafından kontrplak atıklarından yapıştırıcı madde kullanmak ve basınç uygulamak suretiyle nasıl yeni bir malzeme üretileceğini tarif etmiş ve bunun patentini almıştır. İlk yonga levha fabrikası 1941 yılında Almanya'nın Bremen şehrinde kurulmuştur. Bu fabrikayı kuran firma Torfit-Werke firmasıdır. Bu fabrikanın günlük kapasitesi 10 tondur. Bu fabrika yapıştırıcı olarak ise fenol formaldehit kullanmıştır. F. Fahrni 1941 yılından başlayarak levha taslağındaki rutubet dağılımı, tabakalı üretim ve pres yöntemine ilişkin bir çok patent almıştır. Fahrni 1943'de Steiermork ve 1944'de de İsviçre'de de yonga levha fabrikaları kurmuştur (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1946'da Braunschweig'da W.Klauditz ve arkadaşları tarafından teknik üniversiteye bağlı bir araştırma enstitüsü kurulmuştur. Yonga levha 1950'li yıllarda mobilya ve yapı sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. 1950-1951 yıllarında Fahrni yöntemiyle çalışan ve günlük 60 ton kapasiteli fabrika Güttingen'de kurulmuştur. Aynı yıllarda İsviçre'de, Hollanda'da, Danimarka'da, ABD'de ve İspanya'da da yonga levha fabrikaları kurulmuştur. Yonga levha konusunda ilk kitap 1956 yılında Johnsun tarafından yazılmıştır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

İkinci Dünya savaşından sonra yonga levha üretimi gerek Avrupa'da gerekse Amerika'da önemli derecede artmıştır. Buna bağlı olarak daha ucuz yapıştırıcı ve düşük sıcaklıkta sertleşebilen üre-formaldehit reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler kullanılan makinelerde da etkisini göstermiştir. Bu gelişmeler yonga levhanın üretiminde yeni yeni araştırmalar yaptırmıştır. Kullanılan odun türünün, kullanılan yonga boyutu ve kalınlığının ve yonga rutubetinin yonga levha kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucu, bu kriterlerin yonga levha üretimi için önemli olduğu anlaşılmıştır. 1994-1998 yıllarına gelindiğinde ise; bu yıllar arasında dünya genelinde yonga levha üretimi sürekli bir artış göstermiştir (Bozkurt ve Göker, 1990; şanıvar ve Zorlu, 1998; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012;).

Ülkemizde ise ilk yonga levha fabrikası İstanbul Kartal'da kurulmuştur. Üretilen mamule ilk olarak “Suni Tahta” denilmiş ve “Sunta” adı altında pazarlanmaya başlanmıştır. Halen halk arasında “Sunta” olarak adlandırılmaktadır. İkinci fabrika 1967 yılında Halkalı'da kurulmuştur. Daha sonra Isparta'da 1972 yılında yonga levha fabrikası ORMA (Orman Mahsulleri Entegre Sanayi T.A.Ş.) tarafından kurulmuştur. Bu fabrika üç tabakalı yonga levha üretmiş ve her tabakada aynı yongayı kullanmıştır. II. beş yıllık kalkınma planının teşvikiyle yeni fabrikalar kurulmaya başlanmıştır. Bu fabrikalar Bursa ve Kastamonu'da kurulmuştur. Kastamonu'da özellikle odun hammaddesinden ziyade kenevir atıklarında değerlendirilmiştir. Daha sonraki yıllarda yonga levha fabrika sayısı ve üretimi sürekli artış göstermiştir. 1990'lı yıllardan sonra yonga levha üretiminde talebe bağlı düşüş olmuştur. Bunun nedeni MDF üretiminin artması ve MDF ye olan talebin artmasıdır. Ancak 2000'li yıllardan sonra 2000 ekonomik krizi dışında tutulursa tekrar yonga levha üretimi artmıştır (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Orta Anadolu İhracat Birlikleri (OAİB)'nin levha sanayii sektör raporu 2015 verilerine göre;

Türkiye'de yonga levha ve lif levha sektöründe son yıllarda artan yatırımlarla dünya standartlarında ileri teknolojiyle üretim yapan tesisler kurulmuştur. Ayrıca dünyada söz sahibi bir kapasite ve üretim teknolojisine ulaşmıştır.

Türkiye 2016 yılı verileriyle

- Lif levha Medyum Density Fiberboard (MDF) üretiminde; Avrupa'da 1., Dünyada 2. Sırada
- Yonga levha üretiminde; Avrupa'da 3., Dünyada 5. Sırada yer almaktadır.

Yonga levha üretiminde hammadde olarak ağırlıklı odun kullanılmaktadır bunu yanında yıllık bitkilerin odunsu kısımları, buğday sapı, saz, şeker kamışı, keten sapı, kenevir sapı, ayçiçeği, fındık, yerfıstığı kabukları, patlıcan, biber, domates, çay atıkları ve pamuk tohumu gibi bitkisel atıklarda kullanılabilir.

1.1. Yonga levha nedir? Yapılan tanımlar

Yonga levha genellikle odun hammaddesinden elde olunan 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 (Bozkurt ve Göker, 1990).

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 maddelerle mantar ve böceklerle karşı dayanım kazanabilmeleri, yanmayı geciktirici maddelerle yanmaya karşı korunabilmeleri ve hidrofobik maddeler yardımı ile de su itici özellikler kazandırılabilmesi, odun artıkları ve yıllık bitkiler gibi lignoselülozik ve lignoselülozik 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 (Atar, 2012).

T.S. 180 (1978) ve T.S. 1617 (1974) Standartlarına göre yonga levha: 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.

B.S. 1811 (1969) İngiliz Standardına göre yonga levha: Odun veya diğer ligno-selülozik lifli materyalin (örneğin odun yongası, testere talaşı, keten lifleri gibi) bir tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

TS en 309(1999)'a göre yonga levha: odun veya (yonga, odun parçaları, rende talaşı, testere talaşı vb.) odunsu lignoselülozik bitkisel atıklardan (keten, kenevir ipliği, kendir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) elde edilen yongaların tutkallanarak, sıcaklık altında preslenmesiyle üretilen levhalardır.(Sevinçli 2014)

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

TS 2129 (2012)'ye göre ise yonga levha kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile üretilen levhalardır (Kumaş, 2013).

Yukarıda görüldüğü gibi farklı standartlarda yapılan yonga levhanın tanımının aynı olduğu anlaşılmaktadır.

1.2. Yonga Levha Üretiminin Tarihçesi

İnsanoğlunun kullandığı en eski malzemelerin başında odun gelmektedir. Ancak odun esaslı levhaların üretimi çok eski değil yakın bir tarihe sahiptir. Bilim dünyası 1900 lü yıllarda ahşap malzemeye alternatif malzeme üretme üzerine çalışmalar yapmaya başlamış ve yonga levha üretme fikri ortaya çıkmıştır (Güler, 2001). 1936 yılında F. Pfohl tarafından kontrplak atıklarından yapıştırıcı madde kullanmak ve basınç uygulamak suretiyle nasıl yeni bir malzeme üretileceğini tarif etmiş ve bunun patentini almıştır. İlk yonga levha fabrikası 1941 yılında Almanya'nın Bremen şehrinde kurulmuştur. Bu fabrikayı kuran firma Torfit-Werke firmasıdır. Bu fabrikanın günlük kapasitesi 10 tondur. Bu fabrika yapıştırıcı olarak ise fenol formaldehit kullanmıştır. F. Fahrni 1941 yılından başlayarak levha taslağındaki rutubet dağılımı, tabakalı üretim ve pres yöntemine ilişkin bir çok patent almıştır. Fahrni 1943'de Steiermork ve 1944'de de İsviçre'de de yonga levha fabrikaları kurmuştur (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1946'da Braunschweig'da W.Klauditz ve arkadaşları tarafından teknik üniversiteye bağlı bir araştırma enstitüsü kurulmuştur. Yonga levha 1950'li yıllarda mobilya ve yapı sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. 1950-1951 yıllarında Fahrni yöntemiyle çalışan ve günlük 60 ton kapasiteli fabrika Göttingen'de kurulmuştur. Aynı yıllarda İsviçre'de, Hollanda'da, Danimarka'da, ABD'de ve İspanya'da da yonga levha fabrikaları kurulmuştur. Yonga levha konusunda ilk kitap 1956 yılında Johnsun tarafından yazılmıştır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

İkinci Dünya savaşından sonra yonga levha üretimi gerek Avrupa'da gerekse Amerika'da önemli derecede artmıştır. Buna bağlı olarak daha ucuz yapıştırıcı ve düşük sıcaklıkta sertleşebilen üre-formaldehit reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Bu gelişmeler kullanılan makinelerde da etkisini göstermiştir. Bu gelişmeler yonga levhanın üretiminde yeni yeni araştırmalar yaptırmıştır. Kullanılan odun türünün, kullanılan yonga boyutu ve kalınlığının ve yonga rutubetinin yonga levha kalitesine olan etkileri araştırılmıştır. Bu araştırmalar sonucu, bu kriterlerin yonga levha üretimi için önemli olduğu anlaşılmıştır. 1994-1998 yıllarına gelindiğinde ise; bu yıllar arasında dünya genelinde yonga levha üretimi sürekli bir artış göstermiştir (Bozkurt ve Göker, 1990; Şanıvar ve Zorlu, 1998;n Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

AB ülkelerinde yonga levha kullanan sanayilerin %37'si mobilya sanayi, %23'ü inşaat, %13'ü banyo ve mutfak, %6'sı ise ofis mobilyası, %5'ini zemin kaplama, %5'ini diğer ve %7'si ise AB dışı ihracatı oluşturmaktadır (Döry, 2004). Türkiye'de yonga

levhalar %73,5 oranında mobilya üretim sektöründe, %13,0 oranında dekorasyonda, %11,2 oranında inşaatta, %1,9 oranında ambalaj imalatında ve %0,2 oranında prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır (Gümüşkaya, 1982).

1.3. Yonga Levhaların Sınıflandırılması

- 1) Yoğunluklarına göre yonga levhalar
 - a) Düşük yoğunluktaki yonga levhalar: yoğunluğu 0,59 gr/cm³ ten düşük olanlar.
 - b) Orta yoğunluktaki yonga levhalar. Yoğunluğu 0,59-0,80 gr/cm³ arası olanlar.
 - c) Yüksek yoğunluktaki yonga levhalar: yoğunluğu 0,80 gr/cm³ ten büyük olanlar
- 2) Üretim şekline göre yonga levhalar
 - a. Yatık yongalı yonga levhalar.
 - b. Dik yongalı yonga levhalar.
 - c. Genel amaçlı yonga levha (TS 180, 1978).
- 3) Tabaka sayılarına göre yonga levhalar
 - a. Tek tabakalı yonga levhalar.
 - b. Üç tabakalı yonga levhalar.
 - c. Beş tabakalı yonga levhalar.
 - d. Tabakaları belirsiz yonga levhalar (Akbulut, 1991).
- 4) Yonga boyut ve şekillerine göre yonga levhalar
 - a. Normal yonga levhalar.
 - b. Etiket yongalı yonga levhalar.
 - c. Şerit yongalı levhalar.
 - d. Yönlendirilmiş yongalı levhalar.
 - e. Orta yönlendirilmiş yonga levhalar.
 - f. Yönlendirilmiş lamine yonga levhalar.
 - g. Paralel yönlendirilmiş yonga levhalar.
- 5) Üretimde kullanılan bağlayıcı türüne göre yonga levhalar
 - a. Melamin tutkalı ile üretilen yonga levhalar
 - b. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levhalar
 - c. Üre formaldehit tutkalı ile üretilen yonga levhalar
 - d. Polyizosiyanat tutkalı ile üretilmiş yonga levhalar.
 - e. Sentetik bağlayıcılarla üretilenler.
 - f. Anorganik bağlayıcılar ile üretilenler.
 - g. Bağlayıcı olarak sülfik asit suyu kullanılmış yonga levhalar (Sevinçli, 2014).

- 6) Normal veya özel presler de kalıplanmış olarak üretilen yonga levhalar
- 7) Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yonga levhalar
 - a. Normal yonga levhalar (Particleboard):
 - b. Etiket yongalı levhalar (Waferboard):
 - c. Şerit yongalı levha (Flakeboard):
 - d. Yönlendirilmiş yongalı levha Oriented Structural Board (OSB)
- 8) Yüzey kaplama malzemesine göre yonga levhalar
 - a. Sentetik reçine kaplanmış yonga levhalar.
 - b. Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yonga levhalar.
 - c. Laminant yüzeyli yonga levhalar
 - i. Yonga levha yüzeyine, tutkal yapıştırılmış lamine levhalı ve folyolu yonga levhalar
 - ii. Yonga levha yüzeyine, kendinden yapıştırıcı ile yapışan laminant yüzeyli yonga levhalar.
 - d. Sıvı yüzey kaplama malzemeleriyle (boya ve vernik gibi) kaplanmış yonga levhalar.
 - e. Kaplamasız yonga levhalar
- 9) Kullanım alanlarına göre yonga levhalar: iki gruba ayrılır.
 - a. İç mekanda kullanılanlar.
 - b. Dış mekanda kullanılanlar.
- 10) Yüzey işlemlerine göre yonga levhalar
 - a. Zımparalanmış yonga levhalar.
 - b. Zımparalanmamış yonga levhalar
- 11) Kalınlıklarına göre (mm) yonga levhalar
 - a. 3-6-8-10-13-16-19-22-25-28-32-36-40-45-50-60 (Sevinçli, 2014)
- 12) Kullanılış amacına göre yonga levhalar
 - a. Özel amaçlar için üretilmiş yonga levhalar
 - b. Genel amaçlar için üretilmiş yonga levhalar
- 13) Kullanılan hammadde türüne göre yonga levhalar: üç gruba ayrılır.
 - a. Odundan üretilen yonga levhalar.
 - b. Bitkisel atıklardan üretilen yonga levhalar.
 - c. Tetrapak kutular ve plastik esaslı üretilen yonga levhalar (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yatık yongalı yonga levhalar: Tekdüze yongalı, ortası kalın kenarları ince yongalı ve katları belirsiz olan yonga levhalardır. Genellikle 18-20 mm kalınlıkta ve mobilya üretimi için üretilen yonga levhalardır.

Dik yongalı yonga levhalar: Tek tabakalı olup yongalar levha yüzeyine dik olarak serilen ve presleme işleminin yüzeye paralel olarak yapıldığı levhalardır. Farklı kanlıklarda üretilebilmektedir.

Genel amaçlı yonga levhalar: Odun yongalarının açık hava koşullarına dayanıklı olmayan sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesiyle elde edilen ve yongaları genellikle levha yüzeyine paralel olan levhalardır.

Etiket yongalı yonga levhalar: Normal yongalardan daha büyük yongalarla üretilen, her katmanı bir birine dik olarak serilen ve sıcak pres ile preslenerek üretilen levhalardır. Daha çok inşaat sektöründe kullanılmaktadır.

Şerit yongalı levhalar: Daha çok levha üretim atıklarından üretilen, büyük küçük parçacıkların bir araya getirilerek yüksek basınçta preslenmesiyle ve istenilen kalınlıkta üretilen levhalardır.

1.4. Yonga Levhaların Kullanım Alanları

Günümüzde üretim teknolojisi ve ekipmanlarda ki gelişmeler sayesinde farklı tiplerde levhaların üretimi gerçekleştirilebilmektedir. Bu gelişmeler sayesinde farklı kullanım alanlarına uygun levhaların üretilmesi kullanım alanını artırmaktadır (Atar 2012). Yonga levhaların kullanım alanları üretim şekillerine göre farklılık göstermektedir. Bununla birlikte mobilyacılık, inşaat, dekorasyon ve prefabrik yapılarda kullanımı ortaya çıkmaktadır. Son yıllarda özellikle mobilyacılıktaki kullanımında artış görülmektedir. Mobilyacılıkta genel olarak 13–22 mm arasında çok tabakalı levhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4–8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka kısımlarında arkalık veya çekmecelerde çekmece altı olarak kullanılmaktadır (Göker, 2000; Günsel, 2004). Yatak odası takımları, yemek odası takımları, gömme dolaplar, banyo dolapları, mutfak dolapları, bürolar, butikler, çocuk odaları, genç odaları, stüdyolar, asansörler, banklar, eğitim alanları kütüphaneler gibi birçok yerde kullanılmaktadır.

1.4.1. Etiketli yonga levhaların kullanım alanları

Bu tip levhalar genellikle kontrplağın kullanıldığı yerlerde değerlendirilmektedir. Ayrıca açık hava koşullarında, iç ve dış duvar kaplamalarında değerlendirilmektedir.

Ayrıca bu levhalar daha çok 6-8mm, 9-11mm ve 15mm olarak 3 farklı kalınlık sınıfında üretilmekte ve ince olanlar duvar kaplamaları kalın olanlar ise döşeme ve çatı malzemesi olarak kullanılmaktadır (Göker, 2000).

1.4.2. Odun talaşı ve zirai atıklardan üretilen levhaların kullanım yerleri

Bu tip levhalar binalarda ses yalıtımı için kullanıldığı gibi yatay preslenmiş levhaların özelliklerine yakın özellikler barındırmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2004). Yongaların işleme kolaylığı, iş veriminin yüksekliği, zayıflığının az oluşmasının düşük olması, tutkulanması ve kaplanması ile iyi özellik göstermesi nedeni ile tercih edilmektedir (Yaman, 2006). Bu tip levhalar mutfak dolaplarında ve dekorasyon işleminde kullanılmaktadır. Eşyanın son kullanım yerine uygun ürün olan kalıplanmış yonga levhalar, depolama paletlerinde, beton kalıp elemanlarında, yüzey kaplamalarında, balkon koltukları, merdiven küpeşterleri, mutfak dolabı gibi yerlerde kullanılan levhalardır. Ayrıca okal adı verilen delikli ve deliksiz dikey preslenmiş yonga levhalar, özellikle prefabrik yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Akbulut, 2000). Ülkemizde üretilen yonga levhaların yaklaşık; %73,5'i mobilya, %11,2'si inşaat, %13'ü dekorasyon, %0,2'si prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır (Masraf, 2005).

1.4.3. Kat döşemeleri

Kat döşemelerinde kullanılan levhalar; halı veya diğer örtücü malzemelerin altında ve çift katlı dairelerde tercih edilmekte olup bu amaç için kullanılan yonga levhalarda yüksek mekanik direnç ve kenar kalitesi dikkate alınmaz

1.4.4. Prefabrik ev yapımı

Prefabrik ev yapımında kullanılacak levhaların eğilme ve çarpmaya karşı dirençleri yüksek olmalıdır. Bunun yanında su almaya karşı direncinin yüksek olması gerekir. Bu yüzden prefabrik ev yapımında çimentolu yonga levhalar kullanılmaktadır.

1.4.5. Kapı imalatı

Yonga levhaların yoğunluklarının düşük çarpmaya karşı dayanıklı ve yüzeylerinin düzgün olması kapı iskeleti imalatında yüzey kaplaması olarak kullanılmasına olanak sağlamaktadır (Sevinçli, 2014).

1.4.6. Merdiven basamakları

İç mekanlarda hali ile kaplanarak merdiven basamağı olarak kullanılabilir.

1.4.7. Endüstriyel yonga levhalar

Endüstriyel yonga levhalar, üniform yoğunluk ve kalınlık, düzgün yüzeyli, yüksek vida tutma gibi mekanik özelliklere sahip olduğu için farklı ürünlerin imalatında kullanılmaktadır. Bunlar:

1. Yüksek basınç laminantları ile kaplanarak masa üretimi
2. Sert masif kaplamalar, dekoratif plastik film ve kağıt ile kaplanarak büro mobilyaları ve dolap üretimi.
3. Masa tenisi ve bilardo masası üretimi.
4. Kaplanmış paneller, kapı göbekleri, sürgülü kapılar ve rafların üretimi
5. Koltuk, kanepeler, karyola, televizyon ve müzik seti kabinleri, reklam panoları, vagon ve gemi yapımıdır (Nemli, 1995).

1.5. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Son yıllarda mevcut orman kaynaklarındaki azalma bunun yanında kereste fiyatlarının artması ve orman kesimlerine çevresel baskıların olması, odun harici yeni lif kaynaklarının kullanılması yönünde baskılar oluşturmuştur. Bu konuyu gelişmiş ülkelerdeki birçok bilim adamı ele almış ve detaylı araştırmalar yapılmıştır. Özellikle Kanada'da tarım atıklarından lif ve yonga levha üretimi üzerine artan bir ilgi mevcuttur. Buğday saplarından başarılı bir şekilde kompozit malzeme üretilmesi yoğun teknolojik gelişmeler ve üretim probleminin çözülmesiyle mümkün olmuştur. Üretilen kompozit levhaların özelliklerinin son derece kaliteli olduğu belirtilmiştir. Bu malzeme üreticinin tarımsal atık kullanma isteğini artırmıştır. Türkiye'de bir yılda 18 milyon tonluk buğday sapı, 19 mm kalınlığında yaklaşık 800 milyon metrekare kompozit üretimi için yeterlidir (Mengeloğlu ve Alma, 2002).

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Bunun yanında bitkilerin odunlaşmış kısımları, yapıştırıcı madde ve diğer yardımcı maddeler de yonga levha üretiminde kullanılan maddelerdendir. Oduna dayalı hammaddeler içinde orman atıkları, yakacak odun, dal odunları, sanayi atıkları odunu, kerestelik tomruk atıkları gibi odun türevleri kullanılmaktadır. Yonga levha üretiminde odun hammaddesi tek başına bir tür ağaç odunu kullanılabilirdiği gibi farklı türde ki odunlar ve ya odun ve türevleri de karıştırılarak kullanılabilir. Günümüzde daha çok farklı ağaç türleri karıştırılarak yonga levha üretimi yapılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990; Başyigit ve ark, 2000; Akyıldız, 2003; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Türkiye orman kaynaklarına sahip olmasının yanında bir tarım ülkesidir. İç Anadolu bozkırları, Çukurova ve güney doğu Anadolu gibi birçok alanı tarımla örtülüdür. Tarımda asıl amaç tahıl ve diğer tohumların hasadı olmasına rağmen, sonrasında yakılarak veya toprağa karıştırılarak yok edilen tarım atıklarının daha değişik şekillerde değerlendirilmesine yönelik ilgiler araştırılmıştır (Mengeloğlu ve Alma, 2002). Türkiye kaynak olarak çok büyük buğday, diğer tahıl sapsarı ve tarımsal atık potansiyeline sahiptir.

Çizelge 1.1. Lif üretim kaynakları ve bunların Dünya ve Türkiye üretimindeki yerleri kıyaslaması (Mengeloğlu ve Alma, 2002).

Dünya Lif Kaynakları	Dünya Yıllık bitki Sapsarı(Ton)	Türkiye Lif Kaynakları	Türkiye Yıllık Bitki Sapsarı(Ton)
Tahıl sapsarı	1,145,000,000	Buğday sapsarı	18,000,000
Diğer sapsarı (mısır, tütün, pirinç vs.)	970,000,000	Arpa sapsarı	8,000,000
Şeker kamışı	75,000,000	Pamuk sapsarı	3,000,000
Göl kamışı	30,000,000	Mısır sapsarı	2,500,000
Bambu	30,000,000	Ayçiçeği sapsarı	2,500,000
Pamuk lifi	15,000,000	Kendir, kenevir	2,000,000
Jüt, kenaf, kendir	10,900,000	Tütün sapsarı	300,000
Papirus	5,000,000	Çavdar sapsarı	240,000
Pamuk linteri	1,000,000	Pirinçsapsarı	200,000
Esparto otu	500,000	Göl kamışı	200,000
Sisal ve abaca yaprakları	480,000	Pamuk linteri	100,000
Sabai otu	200,000	Pamuk şifi	580,000
Odun	1,750,000,000	Asma çubuğu	600,000
Toplam	4,033,080,000	Toplam	38,220,000

OSB, MDF ve yonga levha vb. kompozit levhaların üretiminde kullanılacak lifler “Dow” aldı bir kimya şirketi tarafından sağlanan ve şuanda geniş bir kullanım alanına sahip olan polimerik metilen di-izosiyanat (PMDI) ile karıştırılır. Bu tutkal düşük sıcaklıkta yapışabilen ve normalde kullanılan fenol formaldehit’e oranla buğday sapsarının kimyasal bileşikleri ile daha kolay reaksiyona girer ve daha kısa süreli presleme süresine ihtiyaç duyar. Bu iki özellik üretim esnasında çok önemli faydalar sağlar. PMDI ile üretilen kompozit malzemeler çok iyi boyutsal stabilite, suya karşı dayanıklılık ve yüksek direnç özelliklerine sahiptirler. Bu tutkalın diğer bir avantajı ise yüksek nemli lif karışımlarına tolerans göstermesi ve üretilen levhanın formaldehit çıkışına neden olmamasıdır (Mengeloğlu ve Alma, 2002). Gerçektende buğday sapsarı ile üretilen lif ve

yonga levhaların, odundan üretilen levhalardan birçok özellik bakımından daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Mengeloğlu ve Alma, 2002). Yıllık bitkilerin yonga levha üretiminde kullanılmasının araştırılması sonucu orman kaynaklarının tüketiminin sınırlandırılması, çevrenin korunması ve çevreye uygun teknolojilerin geliştirilmesine önemli katkılar sağlayacaktır (Güler ve ark., 2001).

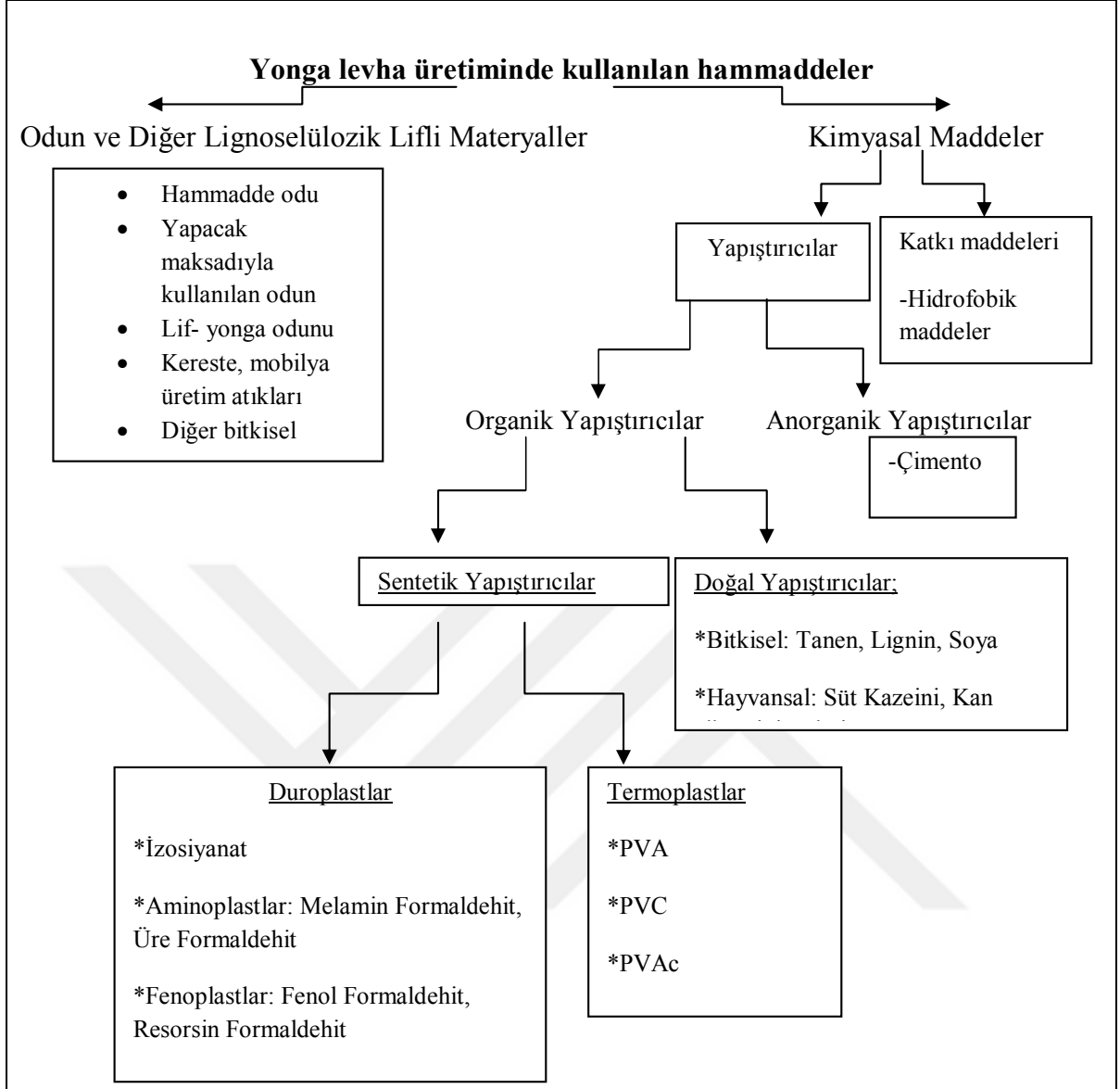
Günümüzde orman ürünlerine olan ihtiyacın karşılanabilmesi için ormanlardan elde edilen lignoselülozik hammaddenin tamamına yakını kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle odunun masif olarak kullanılmasının yanında daha az kusura sahip olacağı ve istenilen ebatlarda üretilebileceği için yonga ve lif levha üretimi geliştirilmiştir. Bu levhaların üretiminde ise odun dışında endüstri atıkları ve bitkisel atıklar değerlendirilmektedir (Atar, 2012).

Yonga levha üretiminde kullanılan ağaç malzeme TS 1351 (2010)'e göre; boyu 0,5-2 m, ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun, kalınlığı 20 cm'den küçük atık parçalar ve tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşı kullanılabilir (Kumaş, 2013).

1.5.1. Türkiye'de odun hammaddesi arz ve talebi

Türkiye'de Devletçe işletilen ormanlardan yılda ortalama 7-8 milyon m² endüstriyel odun, 7,5 milyon ster yakacak odun üretilmektedir. Özel ormanlardan endüstriyel odun üretimi 3,3 milyon m², yakacak odun üretimi ise 1,9 milyon ster civarındadır. Özel ormanlarda üretilen endüstriyel odun üretiminin %90'ından fazlası kavak ve okaliptüs gibi hızlı gelişen ağaç türlerinden oluşmaktadır (Kurtoğlu, 2006).

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler aşağıda ki şemada verildiği gibidir.



Şekil 1.1. Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler (Kalaycıoğlu ve Özen, 1012)

1.5.2. Hammadde odun

İstenilen maksatlar dışında kalan tüm odun hammaddesi yonga levha üretiminde kullanılabilir. Odun, yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin yaklaşık % 90'ını oluşturmaktadır. Normal yonga levha üretimi için hazırlanmış tomrukların dışında, çıtalar, tahta ve tomruk uç kısımları, kapak tahtaları, testere talaşları, kaplama levha üretim atıkları, soyma kaplama üretiminde soyulma sonunda kalan çekirdek, soymada kullanılamayacak hatalı tomruklar ve tomrukların bölümlere ayrılması sırasında elde edilen gövde kısımları kullanılabilir. Ayrıca % 10 çürüklük dışındaki tüm odunlar da kullanılabilir. Ancak tüm odunsu hammaddelerin (istisnalar hariç) kabukları soyulmuş olmalıdır. Mümkün olduğunca kabuksuz odun kullanılmalıdır (Ekizoğlu, 1986; Bozkurt ve

Göker, 1990; Başığit ve ark., 2000; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Şekil 1.2 de yonga levha üretimi için kullanılacak hammadde odun görölmektedir.



Şekil 1.2. Hammadde Odun Tomruklar

Eskiden kabuklar ormanda soyulurken günümüzde kabuk soyma işlemi artık fabrikalarda yapılmaktadır. Bunun nedeni soyulan kabukların yakacak olarak geri dönüşüme gönderilmesidir. Bu geri dönüşüm fabrikanın ısı ve enerji ihtiyacını kısmen karşılamaktadır. Yonga levha üretimi için kullanılacak hammadde odun türlerinden en yaygın kullanılan ağaç türleri; çam, ladin, göknar, ardıç ve sedirdir. Görüldüğü gibi yonga levha üretimi için en uygun ağaç türü iğne yapraklı ağaçlardır. Ancak üç tabakalı ve çok tabakalı yonga levha üretiminde orta tabakalara hazırlanacak yongalar iğne yapraklı ağaçların yanında yapraklı ağaç türlerinin de kullanılması mevcuttur. Orta tabakalarda kullanılabilecek yapraklı ağaç türleri şunlardır: huş, kızılalağaç, ıhlamur, kayın ve kavaktır. Okal tipi dik yongalı yonga levhalar da ise her çeşit ağaç türünden yararlanılmaktadır. Ülkemizde yapraklı ağaçlardan en çok kullanılanlar kavak ve kayındır. Yapraklı ağaçların yonga levha üretimine katılması halinde üretimde kullanılacak sentetik reçine miktarı da artmalıdır. Yapraklı ağaçlardan elde edilen levhanın direnci iğne yapraklı ağaçlara göre daha düşüktür. Bunun nedeni iğne yapraklı ağaçların liflerinin uzun olması ve özgül ağırlıklarının daha düşük olmasından olabilir (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Yonga levha üretiminde kullanılacak odun özellikleri TS 1351’de belirtilmiştir. Buna göre; boyu 0,5 – 2 m arasında değişen ince uç çapı en az 4 cm, kalın uç çapı en çok 20 cm olan yuvarlak ve yarma odun ile kalınlığın 20 cm’yi geçmeyen atık parçalar ve tane büyüklüğü 2 mm den küçük olmayan testere talaşı yonga odunu olarak kullanılabilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yakacak odun sınıfına giren odunlar da yonga levha üretimi için kullanılabilir. Çünkü bu odunlardan yuvarlak olanlarının ortalama çapları 4 cm den başlamaktadır. Bu çap genişliği yonga levha üretimi için yeterlidir. Ancak kabukları soyulmadan yarılmış

odunlar fazla kabuk barındırmamalıdır. Bunun yanı sıra yonga levha üretimi için kullanılacak ağaç türlerinden kızılçam odunlarının kabukları soyulmadan kullanılabilir. Çünkü bu kabuklar tanen açısından oldukça zengindirler. Tanen ise doğal tutkal olarak yongaların birbirlerine yapışmasına yardımcı olur. Yakacak maksatla kullanılmayan odunlarda böcek yeniği, çürüklük, eğrilik ve çatlaklığa fazla olmaması şartıyla yonga levha üretiminde kullanılmasına müsaade edilebilir (Bozkurt ve Göker, 1990; Başığit ve ark., 2000). Yarma şeklinde hazırlanan odunların ise uzunluğu 100 – 200 cm aralığında, maksimum kalınlığı 20 cm olmalı ve bu tip odunlar da kabuk, budak, lif kıvrıklığı, olukluluk, iki özlülük, eksantrik büyüme, yaralar, ur ve çatal gibi kusurların tamamı ve % 10'a kadar odunda eğrilik bulunabilir. Burada dikkat edilecek husu aşırı budaklılıktır. Çünkü aşırı budaklılık yongalama esnasında yongalama makinesinin kapasitesini zorlar, randımanı düşürür ve yongalama makinesinin bıçaklarının çabuk körelmesine neden olur bundan dolayı da bakım masraflarının artmasına neden olur. Yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılan diğer bir odun materyali ise kereste fabrikası atıklarıdır. Kereste fabrikası atıklarının yaklaşık % 75'i yonga levha üretimi için kullanılmaktadır. Kereste fabrikası atıklarından yapılacak yongalarda % 12'ye kadar kabuk, % 5'e kadar da çürüklülüğe müsaade edilmektedir. Kereste fabrikası atıkları içerisinde taş, kum ve çakıl gibi yabancı maddeler bulunmamalıdır. Ancak yüksek kalitede yonga levha elde edebilmek için taslak içerisindeki kabuk oranı % 3'ü aşmamalıdır (Bozkurt ve Göker, 1990; Başığit ve ark., 2000).

Soyma kaplama üretim atıkları yaklaşık % 5'e kadardır. Özellikle soyma sırasında içte kalan yuvarlak formdaki odunlar yonga levha üretimi için kullanılabilir haldedir. Bu odunlardan elde edilen yongalar, yonga levha üretiminde hem dış tabakada hem de iç tabakalarda rahatlıkla kullanılmaktadır. Ancak kaplama olarak elde edilen atıklar ise sadece iç tabakalar için uygundur. Bu atıklar genellikle iç tabakalarda kullanılmaktadır (Başığit ve ark., 2000).

Planya makinesi atıkları da yine yonga levha üretiminde hammadde olarak değerlendirilmektedir. Özellikle iğne yapraklı ağaçlardan üretilecek levhalarda orta tabakada kullanılabilir. Ama yapraklı ağaçlardan elde edilen planya atıkları orta tabakada % 30'a kadar kullanılmalı % 70'i iğne yapraklı ağaçlardan olan yonga olmalıdır. Aşağıdaki şekilde yonga levha üretimi için kullanılacak planya makinesi atıklar görülmektedir.



Şekil 1.3. Hammadde Planya Makinesi Atıkları

Orman atıkları da yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ama eğriliği fazla, ince ve kısa haldeki gövde ve dal odunlarını taşıması zor olmasından dolayı ormanda yongalama ve sonra taşıma yapılmaktadır. Bu taşıma sırasında kum, çakıl vb. yabancı maddelerin yongalara karışması, sonra fabrikada elenmesi ve ayrılması gibi sorunların enerji ihtiyacı ve maliyeti artırdığı için tercih edilmemektedir (Bozkurt ve Göker, 1990; Başyigit ve ark., 2000).

1.5.3. Tarımsal atıklar ve özellikler

Yukarıda belirtildiği gibi yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Ve dünyada hammadde sorunu gün geçtikçe artmaktadır. Ormanların hızla tükenip yok olması, çevre kirliliğinin (Özellikle hava kirliliğinin) başında gelmektedir. Hızla tüketilen ormanlar yok olma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Diğer taraftan hammadde olarak orman ürünlerini kullanan endüstri çeşitliliğinin artması, kaynakların kullanılmasında yeterince ekonomik davranılmaması ormanları yok etmektedir. Buna bağlı olarak kaynakların kıt ve yetersiz olması üretim maliyetlerinde de artışa neden olmaktadır. Artan nüfusa paralel olarak kaynakların değerlendirilmesine özen gösterilmelidir. Ürün ya da kaynakların %100'ünün kullanılmasının zorunlu hale gelmesinden dolayı birçok ülkede farklı hammadde kaynaklarını araştırma yoluna gidilmiştir. Buna bağlı olan levha endüstrisinde tüm ağacın kullanımı (kök, gövde, dal gibi), hızlı yetişen türlerin kullanımı ve bunun yanında yıllık bitkilerin atıklarının değerlendirilmesi önerilmiştir. Özellikle yeteri kadar odun hammaddesine sahip olmayan ülkelerde bu yönde araştırmalar daha fazladır. Ve bu araştırmalar göstermektedir ki birçok yıllık bitkilerin atıkları yonga levha endüstrisinde hammadde olarak kullanılabilir. Örneğin yonga levha üretimi için kullanılacak yıllık bitkiler şunlardır; keten, kenevir,

pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde ve atıklar. Yıllık bitki atıklarının yonga levha üretiminde kullanılabilmesi için uygun olması yeterli değildir. Bunun yanında miktarının yeterli olması, toplama, taşıma, depolama ve üretime hazırlanmalarının kolay olması gerekir. Ayrıca ucuz olmalıdırlar. Bu hammaddelerin herhangi bir zararlılara (mantar, böcek vb.) maruz kalıp bozulmaması lazımdır. Yıllık bitkilerden olan keten, şeker kamışı, bambu, göl kamışı, pamuk vb. bitkilerin odunsu kısımlarının yonga levha üretiminde kullanılmasında herhangi bir zorluğun olmadığı belirtilmiştir. Ancak tek sorun bu bitkilerin hayvansal zararlılara ve mantarlara maruz kalmasıdır. Bu hammaddeler özellikle nem oranı yüksek olan bölgelerde mantara daha fazla maruz kalmaktadır. Bu bölgelerde bu tür bitkilerin korunması biraz daha zordur (Ekizoğlu, 1986; Bozkurt ve Göker, 1990; Başyigit ve ark., 2000; Güller, 2001; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012;). Türkiye’de yonga levha ahşap esaslı levhalar arasında önemli bir yere sahiptir. Levhanın üretim parametrelerinde yapılan değişiklikler özellik ve maliyetini etkilemektedir. Bu amaçla bitkisel atıkların yonga levha üretiminde kullanılması konusu üzerine birçok bilimsel çalışma yapılmıştır (Joyce ve Aravamuthan, 2005).

Yonga levha üretiminde kullanılan yıllık bitkilerin başında şeker kamışı gelmektedir. Günümüzde bile 22 ülkede 30 fabrikada şeker kamışında üretim yapılmaktadır. Şeker kamışı yonga levhanın yanı sıra kağıt üretiminde de çokça kullanılmaktadır. 1975 yılında Danimarka’da samandan yonga levha üretimi çalışmaları yapılmıştır. Keten bitkisinde olduğu gibi samanında özel olarak yongalanması gerekir. Amaç boru kısımlarının parçalanmasıdır. Bu şekilde parçalama tutkallamaya yardımcı olacaktır. Düzgün tutkallama yapıldığı zaman yonga levhanın bazı direnç özellikleri (çekme direnci gibi) artar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Çizelge 1.2 de yıllık bitki atıklarından üretilmiş levhaların özellikleri verilmiştir.

Çizelge 0.1. Yıllık Bitki Atıklarından Üretilmiş Levhaların Özellikleri (Kalaycıoğlu ve Özen 2012)

Hammadde	TS	LK (mm)	ÖA (kg/m ³)	KA (24h) %	ED (N/mm ²)	YDCD (N/mm ²)
Göl kamışı (saz)	3	19	550–570	9 – 11	7 – 9	0,04
Ayçiçeği çekirdeği kabukları	3	19	570–580	18 – 34	4,6 – 6,9	0,07
Ayçiçeği çekirdeği kabukları ve odun yongası	3	19	570–600	13 – 18	80 – 13	0,05
Keten sapı	1	13	480–520	5 – 7	16 – 18	0,45
Kenevir sapı	1	-	-	-	-	-
Şeker kamışı sapı	1	19	510–610	7 – 13	15 – 22	0,30
Antep (yer) fıstığı kabuğu	1	20	530–550	8 – 10	3,6 – 40	0,20

***TS: Tabaka Sayısı, LK: Levha Kalınlığı, ÖA: Özgül Ağırlık, KA (24 h): Kalınlık Artışı, ED: Eğilme Direnci, YDCD: Yüze Dik Çekme Direnci

Pamuk sapsarı ve şeker kamışından üretilen çimentolu yonga levhalar karşılaştırılmıştır. Pamuk sapsında üretilen çimentolu yonga levhalar şeker kamışından üretilen çimentolu yonga levhalara göre daha düşük özellikler taşımaktadır. Ülkemizde de yıllık bitki atıklarının değerlendirilmesi konusunda araştırmalar yapılmıştır. Yapılan araştırmalarda ayçiçeği sapslarından ve tütün sapslarından üretilmiş yonga levhaların, normal yonga levhalarda istenilen standartlara yakın olduğu görülmüştür. Örs ve Kalaycıoğlu, çay fabrikası atıklarının değerlendirilmesi amacıyla bir çalışma yapmışlar ve yaptıkları çalışmada bu atıkların yonga levha üretimi için uygun olduğunu belirtmişlerdir ve bu konuda patent almışlardır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Türkiye ise, özellikle buğday ve pamuk sapsı gibi bitkileri bol miktarda yetiştiren önemli bir tarım bölgesidir. Özellikle GAP'tan sonra o bölgede pamuk üretiminin artacağı belirtilmiştir. Bu bölgede ekilen pamuk bitkisinin sapsı yenilenebilir ve önemli bir lif kaynağını oluşturmaktadır. Genellikle bu gibi tarım bitkilerinde ürün alındıktan sonra geriye kalan atık sapsar ya tarlada yakılmakta ya da hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Bu atıkların yonga levha üretiminde hammadde olarak değerlendirilmesinin mümkün olacağı belirtilmiştir. Kullanılan bu bitkisel atıklardan özellikle pamuk sapsarı yonga levha üretiminde hammadde açığını yeni bir çözüm getirirken aynı zamanda orman ürünlerine olan talebi de azaltmaktadır (URL1; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Aşağıdaki şekillerde hasattan sonra yakılan buğday sapsarı ve kullanılmak üzere toparlanmış buğday sapsarı görülmektedir.



Şekil 1.4. Yonga levha hammadde için buğday sapı

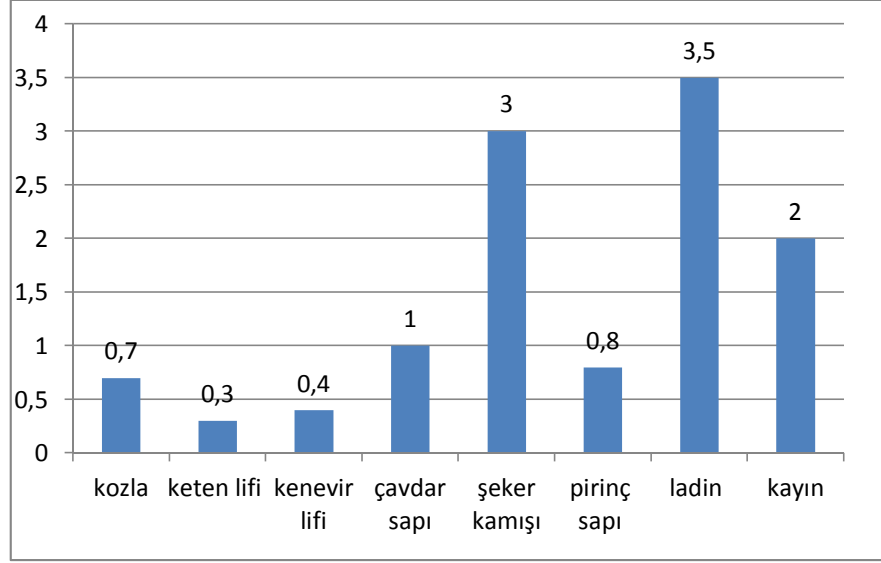
Buğday sapsarı boğum arası, boğum, yapraklar, başak ve kavuzdan oluşmak üzere beş ana morfolojik kısımdan oluşmaktadır. bu kısımların lif özellikleri ve kimyasal bileşenleri farklıdır. Ayrıca buğday sapsarı anatomik yapı yönünden odundan tamamen farklıdır. Buğday sapsarı yongalarının kimyasal maddeleri absorbe edecek yüzey alanı odun yongalarından daha büyüktür (İstek, 1999).

Ama yıllık bitkilerin yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılmasında en büyük sorun materyalin homojen bir yapıda olmayışıdır. Örneğin kullanılan samanın kalitesi ve özellikleri, samanın cinsine, yetiştiği toprak yapısına, yetişirken sulanmasına ve gübrelenmesine ve üretim koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Yıllık bitkilerden yağlı olanların odunsu kısımlarını ayırırken bunların yağlanmamasına dikkat edilmelidir. Çünkü yağ yapışmanın hatalı olmasına neden olur. İyi yapışmayan yonga levhanın kalitesi düşer buda maliyeti olumsuz etkiler. Yağı için üretilen kolza bitkisi buna örnek olarak verilebilir.

Yıllık bitkiler odun hammaddesine göre;

- 1) Daha yüksek kül miktarına
- 2) Daha kısa liflere
- 3) Daha uzun teknik liflere
- 4) Daha düşük yapışma direncine
- 5) Daha yüksek odun dışı lif içeriğine
- 6) Daha düşük hasat maliyetine
- 7) Daha yüksek depolama maliyetine sahiptirler (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Şekil 1.5’de yıllık bitki ve odunların lif uzunlukları karşılaştırılması verilmiştir.



Şekil 1.5. Yıllık Bitkilerin ve Odunların Lif Uzunluklarının Karşılaştırılması (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yukarıdaki tabloda da görüldüğü gibi yıllık bitkilerin lif uzunlukları ağaçlara göre daha kısadır. Yıllık bitkiler arasında karşılaştırma yapacak olursak tabloda şeker kamışının lif uzunluğu en fazla olanıdır. Buda şeker kamışının yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanımını artırmıştır. Genel olarak bakarsak şeker kamışı liflerinin lif uzunluğu Ladin odununun lif uzunluğuna yakındır. Yıllık bitkilerin yonga levha üretiminde kullanılmasının artırılması ile orman kaynaklarının tüketiminin sınırlandırılması sağlanmıştır. Ayrıca çevre kirliliğini azaltarak çevrenin korunması çevre ve insan sağlığına uygun teknolojilerin geliştirilmesine de önemli katkılar sağlamaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Levha endüstrisinde hammadde olarak kullanılan belli başlı yıllık bitkiler ve özellikleri aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 1.3. Bazı bitkisel lifler ile ağaç liflerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri (Arslan, 2008)

	Selüloz (%)	Lignin (%)	Pentozan (%)	Kül (%)	Lif uzunluğu (mm)	Lif Genişliği (micron)
Pirinç	28-48	12-16	23-28	15-20	0,4-3,4	4-16
Buğday	29-51	16-21	26-32	4,5-9	0,4-3,2	8-34
Çavdar	33-50	14-19	27-30	2-5		
Şeker kamışı	32-48	19-24	27-32	1,5-5	0,8-2,8	10-34
Bambu	26-43	21-31	15-26	1,7-5	1,5-4,4	7-27
Kenaf	44-57	15-19	22-23	2-5	2-6	14-33
Jüt	45-63	21-26	18-21	0,5-2	2-5	10-25
Kenevir	57-77	9-13	14-17	0,8	5-55	10-51
Keten	43-47	21-23	24-26	5,0	9-70	5-38
İYA	40-45	26-34	7-14	<1	1-9	15-60
YA	38-49	23-30	29-26	<1	0,3-2,5	10-45

Ticari açıdan değerli sayılan liflerin lif uzunluğu, çeper kalınlığı fazla lümen boşluğu az ve selülozca zengin olmalıdır. Aşağıdaki şekilde saman ve odun yongalarının karışımından üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. Saman ve Odun Yonga Karışımından Üretilen Levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Arslan ve ark., 2007).

Tutkal Türü	Tutkal Oranı	Eğilme Direnci (MPa)	İç Yapışma Direnci (MPa)	Su Emme (%)	Kalınlığına Şişme (%)
UF	%10	11,58 – 16,88	0,07 – 0,40	65 – 79,1	23,3 – 31,3
PMDI	%8	23,19 – 32,66	0,88 – 1,23	37,4 – 42,3	12,1 – 14,3
UF/PMDI	%10	18,54 – 30,99	0,29 – 0,87	35,3 – 62,7	8,7 – 23,4

Tarımsal atıkların orman endüstrisinde kullanım olanakları fazla olup bu tarz üretimlerin sağlayacağı avantaj ve dezavantajlar mevcuttur (Mengeloğlu ve Alma, 2002).

Tarımsal Atıkların Orman Endüstride Kullanılmasının Avantajları

1. Hammadde olarak çok büyük bir potansiyele sahiptir.

2. Tarımsal atıkların endüstride değerlendirilmesi, sapların tarlada yakılmasını azaltarak çevresel bir fayda sağlayabilir.
3. Tarlada tarımsal atık saplarının yakılmasının engellenmesi, ülkemizde yangın yoluyla kaybettiğimiz ormanlarımızın miktarını azaltabilir. Ülkemizde yangınla kaybedilen ağaçların %15'inin ve yanan alanların ise %14'ünün tarlalardaki sapların yakılması sonucunda oluştuğu unutulmamalıdır.

Tarımsal Atıkların Orman Endüstrisinde Kullanılmasının Dezavantajları:

1. Tarımsal atıkların dağınık yapıları, düşük hacim yoğunluğuna sahip olmaları ve hasat zamanının (4- 6 hafta gibi) kısa olması.
2. Toplama şekli ve toplama zamanında; desteler haline getirilmesiyle ve depolanmasında dikkatli olunması ve yangın ve biyolojik bozulmaya karşı korunma gerekmesi.
3. Tarımsal atıkların üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmasının zor olması.
4. Buğday sapları ve diğer çoğu tarımsal atıklar yüksek silika oranına sahiptir. Bu ise yapışma problemi yaratmaktadır.
5. Tarımsal atıklardan elde edilen yongaların lifleri odun liflerine göre daha heterojen yapıdadır. Buda elek kayıplarına yol açmaktadır (Korucu ve Mengeloğlu, 2007).

1.6. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

1.6.1. Yapıştırıcı maddeler

Yonga levha üretiminde kullanılan maddelerden olan yapıştırıcı maddeler önemli bir yer tutmaktadır. Yongaların bir arada ve homojen bir şekilde yapışmasını yapıştırıcı maddeler sağlamaktadır. Yonga levha üretiminde kullanılan yapıştırıcı maddeler gerek insan sağlığı gerekse çevre kirliliği açısından önemlidir. Yonga levha üretiminde kullanılacak yapıştırıcı maddeler çevreye uygun seçimleri ve zararlılığı en aza indirilmelidir. Yapıştırıcı maddelerin sahip olması gereken bazı özellikler.

- 1) Yapıştırılan malzeme yeteri derecede çekim ve makaslama direncine sahip olmalıdır.
- 2) Hava koşullarına ve kimyasal maddelere karşı dayanıklı olmalıdır.
- 3) Yapıştırıcı madde kolay uygulanabilmelidir.
- 4) Yapıştırıcı maddenin viskozitesi düşük ve sertleşmesi yüksek olmalıdır.

- 5) Yapıştırıcı maddeler su ve asit gibi tahrip edici maddelere karşı dayanıklı olmalıdır.
- 6) Yapıştırıcı maddeler yongaların içine fazla geçmemeli, yonga yüzeylerinde daha fazla olmalıdır (Huş. 1977).

1.6.2. Organik yapıştırıcılar

Organik yapıştırıcılar, bitkisel, hayvansal ve sentetik yapıştırıcılar olarak üç gruba ayrılır. Bunların içerisinde sentetik tutkallar daha çok kullanılmaktadır. Sentetik tutkallardan teknik ve ekonomik açıdan en önemli olan ve çok kullanılan üre formaldehittir. Sentetik tutkal yonga ve levha üretiminin gelişmesinde etkili bir yapıştırıcıdır. Sentetik tutkalın dayanım süresinin kısa olması ve pahalı olmasından dolayı dışarıya bağlı olunmamalıdır. Çözelti haldeki sentetik tutkallar 3 ay içinde kullanılmalıdır. Buna karşılık toz halindeki sentetik tutkalların kullanım ömrü 6 aya kadar çıkmaktadır. Bundan dolayı ülkemizde yonga levha fabrikalarının bir çoğunda tutkal üretim hattı bulunmaktadır. Tutkal giderleri az gelişmiş ülkelerde yonga levha maliyetinin yaklaşık %50'sini oluşturmakta bu oran gelişmiş ülkelerde ise %30-40 arasındadır. Tutkal giderlerinin bu kadar fazla olması insanları odunun bünyesindeki yapıştırıcı maddeleri aktif duruma getirme çalışmalarına yöneltmiştir. Bunun yanı sıra bulunma sıkıntısı az olan ve maliyet olarak daha uygun olan doğal yapıştırıcıların kullanımı geliştirilmeye çalışılmaktadır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

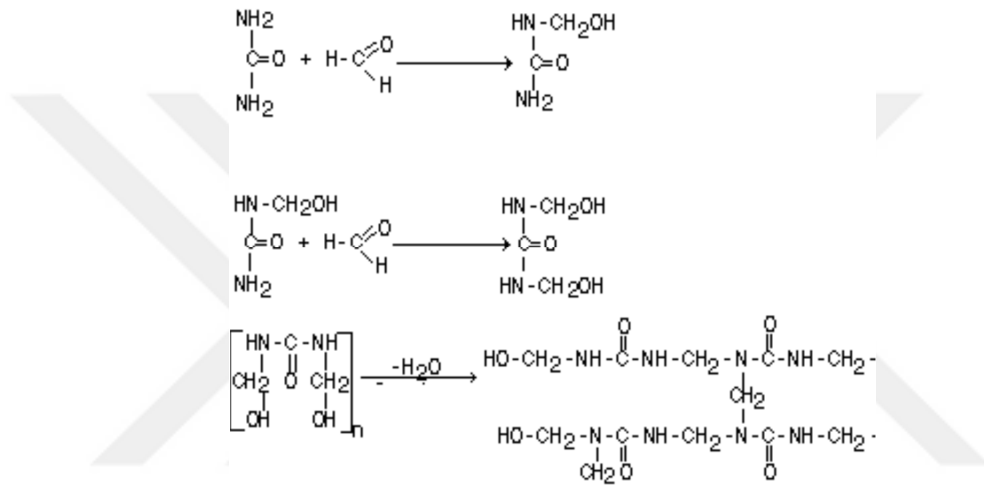
1.6.3. Sentetik tutkallar

Yonga levha endüstrisinde genellikle üç ana sentetik tutkal tipi kullanılmaktadır. En çok tercih edilen ve kullanılan sentetik tutkal üre formaldehit reçinesidir. Bunu ikinci sırada fenol formaldehit ve üçüncü sırada melamin formaldehit reçineleri takip etmektedir. Fazla tercih edilmeyen fakat az miktarda kullanılan bir başka sentetik tutkal ise İzosiyonattır. Üre ve Melamin reçineleri Amino reçineleri olarak da bilinir. Bu reçineler ve Fenol Formaldehit reçineleri ısı etkisi ve katalizörler yardımıyla kısa sürede sertleşme özelliğine sahiptirler (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.3.1. Üre formaldehit

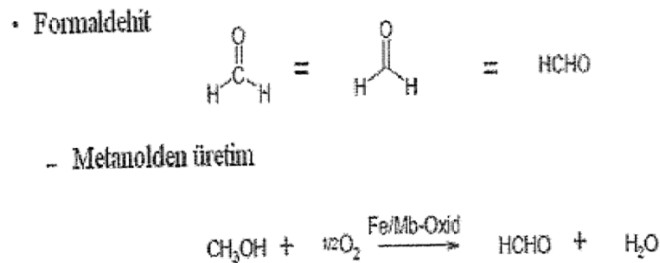
Bu tutkal ağaç malzeme tutkalı olarak en yaygın kullanılış yeri bulmuş sentetik bir tutkaldır. Üre formaldehit ucuz olması, kullanımının kolay olması ve bazı teknik üstünlükleri nedeniyle yonga levha sanayindeki üretimin %90'ında kullanılmaktadır.

Üre formaldehit tutkalı üre ile formaldehit'in yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı halde elde edilebilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Üre formaldehit tutkalı, üre ile formaldehit'in kademeli bir şekilde kondenzasyonu sonucu elde olmaktadır. Bunun için PH değeri 5 olan sulu bir çözeltide 1 molekül üre için 1,12 – 1,2 molekül formaldehit karıştırılmakta, çözeltinin PH değeri ile sıcaklığına bağlı olarak reaksiyon hızı ayarlanmaktadır. İstenilen reaksiyon seyrine göre sıcaklığın ayarlanması gerekir. Reaksiyon seyri, çözeltinin PH değeri ile sıcaklığa bağlıdır. Birincisinin azalması ikincisinin artması ile reaksiyon hızı artar. Çözeltide ilk önce monometilol ve dimetilol üre oluşur (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).



Şekil 1.6. Üre ile formaldehit arasındaki reaksiyon ve UF tutkalının oluşumu (Arslan, 2008)

Formaldehit, metanol'den aynı zamanda yapılan katolitik oksidasyon ve hidrilleme yoluyla elde edilmektedir. Metanol ise modern metanol sentezi yoluyla ana hammadde olan kömür, oksijen ve hidrojenle kazanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).



Şekil 0.1. Formaldehit Ve Metanolden Üretim

Üre ise renksiz, kokusuz, suda kolay çözünebilen kristalin bir bileşik olup %100'lük sıvı amonyak'ın karbondioksit ile birleşmesi suretiyle elde edilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Üre formaldehit tutkalı üç kademeli reaksiyon sonucu oluşur.

1.Kademe: Formaldehit ile bir reaksiyon sonucunda birleşir. Bu birleşimle metilol üretilir ve üre üç molekül formaldehit ile reaksiyona girer.

2.Kademe: Sertleştirici maddeler ve sıcaklığın etkisi sonucunda oluşan üre ve formaldehit birbiri ile kondanse olur.

3.Kademe: Sertleştirici maddenin alkali ile nötürleşmesi yoluyla kondenzasyon reaksiyonu durdurulur. Bu işlem yapılırken PH aralığı 7-7,5 olmalıdır. Böylece meydana gelen sulu dispersiyondaki katı madde miktarı yaklaşık %65 – 72 arasındadır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Üre Formaldehit'in Bazı Özellikleri

- 1) Isıtıldığı zaman hızlı sertleşme.
- 2) Sertleşme hızının rutubete ve sıcaklığa göre değişmesi.
- 3) Yapışma direnci yüksektir.
- 4) Rengi açıktır (Huş, 1977).

Üre formaldehit oduna uygulandığında oduna selüloz zincirlerinin OH grupları ile bağlanır. Sulu olması ve polar özelliği sayesinde yongaları iyi ıslatmaktadır. Ancak tutkal oranları odun yongalarının sertliklerine göre değişir. Örneğin, tam kuru ağırlığa oranla yumuşak odunlar için %7 – 10, sert odunlar için %5 – 7 oranında tutkal kullanılır. Yapı malzemesi olarak kullanılan üç tabakalı yonga levhaların içi kısımlarında tam kuru tutkal miktarı %5 – 8 arasında, dış tabakalarda ise daha yüksek oranda %9 – 12 arasındadır. Tutkalın sıvı haldeki ömrü birkaç ay, kuru halde ise daha uzun süredir (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Üre formaldehit tutkalının uygulanması sırasında sağlık yönünden alınması gereken tedbirler (Huş, 1977).

- 1) Üre formaldehit tutkalı ile yapıştırma işlemi sırasında formaldehit'in buharı oluşup yoğunlaşabilir. Bunu önlemek için özellikle presin bulunduğu çevrenin havalandırılması gereklidir.
- 2) Tutkal çözeltisinde bulunan serbest Formaldehit koku yapabilir. Bunun sonucunda bazı kişilerde alerjiye neden olabilir. Bu bakımdan işlem den önce ve sonra eller mutlaka yıkanmalıdır ve koruyucu (krem vb.) maddeler kullanılmalıdır.

Üre Formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları

1. suda çözülebilir
2. düşük sıcaklıkta hızla sertleşebilir
3. kokusuzdur
4. güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
5. Tutuşmaz
6. Fiyatı ucuz
7. Çok iyi termal özelliğe sahiptir
8. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
9. Formaldehit emisyonu yüksektir (Aydın, 2005).

1.6.3.2. Melamin formaldehit tutkalı

Daha çok tabakalı ağaç malzeme üzerinde ve yüzeylerin bağlanmasında levha ve kağıt sektöründe film tutkallarının oluşturulmasında kullanılan bir tutkaldır. Bazı özellikleri bakımından üre ve fenol formaldehit tutkalları arasında yer almaktadır. Melamin Formaldehit tutkalı pahalı olduğu için üre formaldehit tutkalı kadar fazla tüketilmemektedir. Genellikle fenol formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Melamin formaldehit tutkalının üretimi esas itibariyle üre formaldehit üretimine benzer. Reaksiyon PH değeri 5- 6 olan bir çözeltide melamin ile formaldehit $\frac{1}{2}$ -3 mol arasında karıştırılmasıyla başlar ve kademeli olarak ilerler. Reaksiyon, sonu beklenmeden kondenzasyon ürünleri suda çözülebilir durumda iken çözeltinin nötürleşmesi ve soğutulmasıyla yarıda durdurulur. Yapıştırma sırasında ısı ve sertleştiricilerin etkisi ile reaksiyon yeniden başlar ve sonunda çözülmeyen erimeyen katı bir madde oluşur (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Reaksiyonda ilk olarak oluşan metilol melaminler su kaybederek eter köprülerini, sonra su ve Formaldehit kaybederek de metilen köprülerini oluştururlar. Melamin formaldehit tutkalı tabakası gevrek olduğu için soğuk yapıştırıcılar için elverişli değildir. Rutubete, sıcak ve soğuk suya ve ısıya dayanıklılığı üre formaldehit tutkallarından daha iyidir. Sulu çözeltisinin dayanım süresi çok kısa, toz halinde ise yaklaşık bir yıl kadardır. Bundan dolayı melamin formaldehit tutkalı toz halinde depolanır. Pahalı olması nedeniyle bu tutkal dolgu ya da üre formaldehit'e karıştırılarak kullanılmaktadır. Melamin

formaldehit tutkalının levha kenarları, yüksek frekanslı yapıştırıcılar, film tutkalı şeklinde lamine ağaç malzeme ve yüzey işlemleri, özel kullanım alanlarıdır.

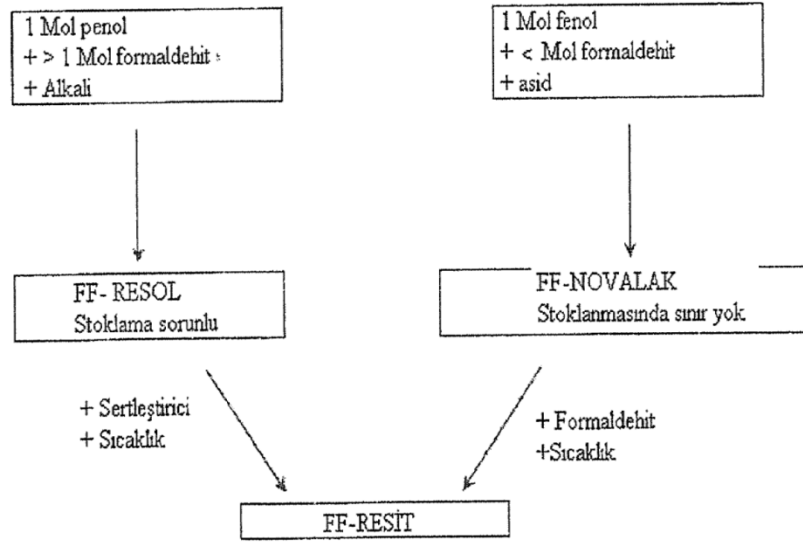
Melamin Formaldehit Tutkalının Üre Formaldehit Tutkalına Göre Avantajları

- 1) Melamin tutkalları 90 – 140 °C dereceler arasında herhangi bir sertleştirici madde katılmaksızın sertleştirilebilmektedir.
- 2) Sertleşmiş olan tutkal filmi, üre formaldehit tutkalına göre suya dayanıklıdır.
- 3) Işığa karşı dayanıklılığı çok iyidir.
- 4) Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalları, bazı doğal tutkallar ve PVAc – Dispersion tutkalları ile karıştırılarak kullanılabilir. Böylece pahalı olan Melamin Formaldehit tutkalı ucuz bir şekilde değerlendirilmiş olur (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.3.3. Fenol formaldehit tutkalları

Fenol ve formaldehit'in kondenzasyonu ile oluşur. Asidik yada alkali olarak iki ayrı tutkal oluşur. Asidik Formaldehit tutkalı gerek pH'ını 2 olması gerekse bazı oduna zararlı özelliğinden dolayı ağaç sanayinde kullanılmamaktadır. Her iki tütün de üretilişi aynıdır. Alkali fenol formaldehit tutkalının üretiminde 1 mol Fenol için 1,5 – 2 mol formaldehit gereklidir. Odun sanayinde kullanılacak Fenol Formaldehit tutkalının PH değeri oldukça yüksek olmalıdır. Bunu için çözeltiliye NaOH ilave edilir. Kondenzasyon 3 aşamadan oluşur. Önce metilol fenoller oluşur. Metilol fenol oluşumu öncelikle karbon atomlarından başlar bu şekilde oluşan metilol fenoller, su ayrılması ile eter, su ve formaldehit ayrılması ile etilen köprüleri oluşturarak kondenze olurlar. Kondenzasyon, diğer sentetik tutkallarda olduğu gibi çözeltilinin nötürleşmesi ve soğutulmasıyla henüz sulu çözelti konumunda iken durdurulur. Bu durumda 3 – 5 ay saklanılabilir (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Aşağıda Hultzch'a göre Fenol Formaldehit Tutkalının Oluşması gösterilmiştir.



Şekil 1.8. Hultzch'a Göre Fenol Formaldehit Tutkalının Oluşma Aşaması (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

Fenol formaldehit tutkalı ekstrem hava koşullarına karşı dayanıklı olduğundan dolayı daha çok açık hava ve ya klimatize edilmeyen yerlerde kullanılacak masif ağaç ve tabakalı ağaç malzemenin üretilmesinde kullanılmaktadır. Amino grubu plastik tutkallara göre kullanım alanı geniştir. Örneğin: Ağaç malzeme ve odun ile metalin yapıştırılmasında, levha yüzey kaplanmasında ve film tutkal üretiminde. Tabakalı ağaç malzemelerin yapıştırılmasında kullanılan fenol formaldehit tutkalının katı madde miktarı % 40'tır. Bu levhaların rutubeti % 6 – 10 oluncaya kadar kurutulurlar. Fenol formaldehit ilk defa film tutkalı olarak kullanılmıştır. Çok değerli bir tutkaldır. Her türlü açık hava koşullarına karşı dayanıklı ve asit, yağ ve organik çözücülerden etkilenmez. Mantar ve bakterilere karşı fazla dayanıklı değildir. Rengi koyudur bundan dolayı levha yüzeyinde lekelenmelere neden olabilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Fenol Formaldehit Tutkalının Bazı Özellikleri

- 1) Üre formaldehitlerden daha yavaş sertleşirler.
- 2) Daha yüksek pres sıcaklığı ister.
- 3) Sertleştikten sonra sıcaklığa ve kimyasal maddelere karşı direnç kazanır.
- 4) Oldukça yüksek molekül ağırlıktadır.
- 5) Dayanıklı sert ve yongalar arasında kuvvetli yapışma sağlarlar.
- 6) Sıvı halde olan fenol formaldehit tutkalı oduna iyi nüfuz eder ve hücre çeperini şişirme kabiliyetine sahiptirler (Huş, 1977).

1.6.3.4. Resorsin – formaldehit tutkalı

Fenolik (Fenoplast) tutkallar grubundandır. Her türlü açık hava koşullarına, kaynar suya, aside, düşük konsantrasyonlu alkalilere ve diğer çözücülere karşı oldukça dayanıklıdır. Yüksek frekans yapıştırıcılar için oldukça uygundur. Resorsin formaldehit tutkalı bu ve bunun gibi üstün özelliklerinden dolayı çok pahalıdır. Saf olarak kullanılması sadece özel amaçlar içindir. Genellikle fenol formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılır. Özellikle inşaat, gemi ve uçak sanayinde çok kullanılır. Resorsin formaldehit tutkalı, fenol formaldehit tutkalına göre iki kat daha aktiftir. Bundan dolayı çok düşük derecelerde bile reaksiyon gösterir. Kondenzasyon oda sıcaklığında ve nötr (PH=7) bir ortamda son aşamaya kadar devam eder. Soğuk yapıştırma özelliği ile fenol formaldehit tutkalından üstündür (Huş, 1977; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Toz halde satılmaktadır. Sertleşmesi tamamen sıcaklığa bağlıdır. 15 °C'nin altında pres süresi uzunda olsa yapıştırma hatalı olur. 80 °C'nin üstünde ise yapıştırma çok hızlıdır. Eğer bu durumda tutkal tabakası kalın ise yapıştırma yine hatalı olmaktadır. Resorsin formaldehit tutkalına Hindistan cevizi kabuğu unu dolgu maddesi olarak katılarak kullanılabilir (Huş, 1977).

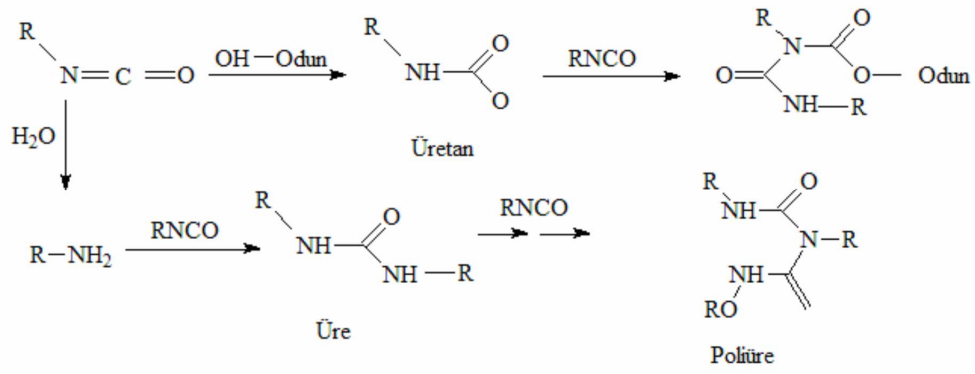
1.6.3.5. İzosiyonat tutkalı

İzosiyonat tutkalları, Polimerik difenil Metan di İzosiyonat (PMDI) tutkalı ve Emülsiyon Polimer İzosiyonat tutkalı olmak üzere iki grupta incelenebilir.

Polimerik difenil metan di izosiyonat (pmdi) tutkalı ve özellikleri

II. dünya savaşı boyunca geliştirilmiştir. Ancak ilk kullanımı 1960'lı yıllarda, yaygın kullanımı ise 1980'li yıllarda olmuştur. Bu tutkalın rutubete karşı yüksek direnç göstermesi, düşük presleme süresi ve FF tutkalının çok üstünde direnç özelliklerine sahip olması gibi bir çok avantajının yanında kullanımının ilk yıllarında özellikle yonga levhanın pres plakalarına yapışması, fiyatının pahalı olması gibi dezavantajları da vardır (Schmidt, 1998).

PMDI tutkalının içerisinde su ve organik çözücü olmadığı için tutkallama esnasında yonga rutubetini artırmaz. PMDI tutkalı odunun (OH)⁻ gruplarıyla birleştiği için odunun higroskopisitesini azaltır. Bu nedenle aynı iklim şartlarında izosiyonat ile yapıştırılmış odun levhalarının denge rutubeti masif odunun denge rutubetinden daha azdır (Özen 1981).



Şekil 1.9. Polimerik difenolmetan diizosiyanat tutkalının odun ile reaksiyonu (Das ve ark., 2007)

Uygulama alanları:

1. Sert poliüretan köpük-ısı yalıtım malzemelerde
2. Boyalarda
3. Yapıştırıcılarda
4. Yapısal köpüklerde
5. İntegral skin köpüklerde
6. Otomobil tamponlarında ve iç parçalarda
7. Yüksek esnekliğe sahip köprülerde
8. Sentetik ağaçlarda

Teknik özellikleri

Görünüm: koyu kahverengi sıvı, Fonksiyonalite: 2,6-2,7, Viskozite (20 °C): 150-250 m pa.s, Asit içeriği (HCL): ≤ % 0,05. Ayrıca PMDI reaktif bir kimyasaldır, atmosferik nem ile çok hızlı tepkimeye girebilirler. Kapalı fiçilerde saklanmalıdır. Ağzı kapalı fiçilerde 20-25 °C arasında iyi hava alan ortamlarda saklanmalıdır. Düşük sıcaklıklarda depolama (5 °C altında) kristalleşmelere neden olur. Bu nedenle donmaya karşı korunmalıdır. Kristalleşmeler oluşursa malzeme 70-80 °C arasında ısıtılarak eritilebilir.

Emülsiyon polimerik izosiyanat tutkalı

Bu tutkal genellikle ahşap üzerine plastik yapıştırma, panel yapıştırma, OSB üretimi ve I-kiriş üretiminde kullanılan bir tutkal türüdür. Bu tutkal da pahalı olması dezavantajının yanında yüksek derecede rutubet direncine sahip olması ve plastik veya

diğer odun dışı malzemelerin oduna rahat yapıştırılması gibi avantajları da vardır (Frihart, 2005).

Genel olarak izosiyonat tutkalları Üre ve fenol tutkallarına göre daha pahalıdır. Bu tutkalların kullanıldığı levhalar suya ve sulandırılmış asitlere karşı daha dayanıklıdır. Fenol tutkallarına karıştırılarak kullanılırlar. İzosiyonat tutkalları fenol tutkallarına göre yongaların daha iyi yapışmalarını sağlarlar. İzosiyonat tutkalları saman gibi zor yapışan maddeleri yapıştırmaya daha elverişlidir. İzosiyonat tutkallarının olumsuz özelliklerinin başında alüminyum ve çelik materyale yapışması gelmektedir. Bu yapışma presleme sırasında sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunları önlemek için yonga levhaların dış tabakalarında fenolik tutkallar kullanılmaktadır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.4. Termoplastlar

Termoplastik tutkallar ısıtıldıklarında yumuşayan ve soğuduğu zaman tekrar sertleşen tutkallardır. Bu tür tutkalların soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, oduna renk vermemesi, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi birçok özelliklerinin yanında, 70⁰C sıcaklıktan itibaren özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özellikleri de vardır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Polyvinylacetat (PVAc) Tutkalı: kullanım süresi uzun ve oda sıcaklığında oldukça hızlı yapıştıran bir tutkaldır. PVAc tutkalları suya karşı dayanıklı değildirler. Bundan dolayı iç mekânlarda ki mobilyalarda daha çok tercih edilirler. Bu tutkalın ana maddesi vinylacetat'dır. Tutkal genellikle % 45 yoğunlukta kullanılır. Tutkalın malzeme yüzeyine sürüldükten sonra yapışma özelliğini kazanması için beklenen süre 5 – 10 dk kadardır. Bundan dolayı tutkal sürüldükten sonra yüzeyde film tabakası oluşmadan malzeme preslenmelidir. Polyvinylacetat tutkallarına bazı dolgu maddeleri katarak hem özelliği iyileştirilmiş olur hem de pahalı olan tutkal biraz ucuzlatılmış olur. Bu tutkallar bakterilere karşı dayanıklı ancak rutubete karşı o kadar dayanıklı değildirler (Huş, 1977; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.5. Doğal yapıştırıcılar

Bilindiği gibi yonga levha, lif levha ve kontrplak gibi odun esaslı malzemelerin üretiminde kullanılan tutkallar ham petrol atıklarından sentetik kimyasal maddelerden elde edilen üre formaldehit, fenol formaldehit ve melamin formaldehit tutkallarındandır. Ama

bu tip tutkalların kullanılmasının yaygınlığına paralel olarak fiyatları da artmaktadır. Gelecekte kıtlıkların söz konusu olması ve ekolojik olarak olumsuz etkilerinden dolayı bu tutkallara alternatif olabilecek ve aynı zamanda sentetik tutkallarda olan ve istenilmeyen özelliklerden kurtulmak için doğal tutkallara olan ilgi ve bunun yanında bu alanda yapılan araştırmalar son zamanlarda artmıştır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; ; Fidan ve ark., 2010; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012)

Doğal tutkal kullanımının getirdiği bazı faydalar aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Ülkemizde bol miktarda bulunan yıllık bitki atıklarını en iyi şekilde değerlendirerek doğal tutkal üretmek.
- 2) Üretiminde fazla enerji gerektiren ve dolayısıyla çevre kirlenmesi oluşturan fosil kaynaklı hammaddeler yerine yenilenebilir ve güneş enerjisiyle üretilen doğal hammaddelerin kullanımını sağlamak.
- 3) Emisyon yoluyla çevre kirliliği yapan fenol ve formaldehit gibi kimya endüstrisinde sıkça kullanılan kimyasallara alternatif maddeler sunmak.
- 4) Gittikçe azalan ve bununla birlikte fiyatları artan sentetik tutkalların yerine yenilenebilir lignoselülozik materyalleri kullanmak (Huş, 1977).

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, iç kimyasal reaksiyonla yapışma sağlayan kazein, sıcaklıkta sertleşen kan albümini gibi tutkallar ve tanen, sülfat atık suyu, soya fasulyesi tutkalı gibi bitkisel yapıştırıcılar kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.5.1. Bitkisel tutkallar

Bu grupta yer alan ve yonga levha üretiminde kullanılan tutkallar, tanen esaslı tutkallar, lignin esaslı tutkallar ve soya proteini tutkallarıdır.

1.6.5.2. Tanen esaslı tutkallar

Tanenler odun ve kabuklarından sıcak su ekstraksiyonu ile elde edilirler. Bu maddeler Formaldehit ile işleme sokulduğunda suya dayanıklı ve suda çözünmeyen tutkal elde edilir. Yüksek molekül ağırlığına sahiptirler. Sentetik tutkallara göre daha az kullanılarak tutkal üretilir. Doğal esaslı tanenden üretilen tutkallar Avrupa ülkelerinin çoğunda kullanılmaktadır. Ayrıca tanene protein ilavesi yaparak tanen ve protein arasındaki reaksiyondan dolayı yüksek dirençli tutkallar elde edilmiştir (Çetin ve Özmen, 2002).

Odunu yapıştırmak için kullanılan yapıştırıcılardan uygun olan bitki kaynaklı tanenlerin sulu ekstraktlarıdır. 1950'li yıllardan beri tanenlerin kullanımı hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Sentetik esaslı tutkalların kullanımı iyice pahalı olmaya başlamıştır. Buna karşılık birçok ülke de sentetik tutkallar yerine maliyeti daha uygun olan tanen tutkallarına talep artmıştır. Tanenlerin, fenollerin yerine kullanılabilir en iyi madde olduğu belirtilmiştir. Türkiye'de meşe ağacının meyvelerinden ve kızıl çam kabuğundan valonea olarak adlandırılan ekstratlar tanen maddesi gibi yıllardır kullanılmıştır. Tanen tutkalının diizasyonatlarla kullanımı çam taneninin yonga levha üretiminde değerlendirilmesi sırasında karşılaşılan güçlükler sonucunda bulunmuş ve 1990'dan beri başarılı bir şekilde kullanılmaktadır 1970'li yıllardan beri tanenli doğal odun tutkalları orman endüstrisinde başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Yonga levha, tabakalı ağaç malzeme ve birleştirilmiş ağaç malzeme gibi odun ürünlerine muamele edilerek kullanılan doğal tutkal türleridir (Fidan ve ark., 2010). Endüstride tanenlerden oldukça temiz ve iyi tutkal üretilmektedir (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Çolak, 2003; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.5.3. Lignin esaslı doğal tutkallar

Lignin: Odunun yaklaşık % 30'unu oluşturan, hücre çeperi bileşenlerinden olan bir maddedir. Lignin esaslı odun tutkalları yonga levha, kontrplak ve lif levha üretiminde kullanılmaktadır. Ligninin ağaç malzeme üretiminde yapıştırıcı olarak kullanımı konusunda ilk çalışmalar 1950 yıllarında başlamıştır. Lignin esaslı tutkallar kullanılmaya başlandıktan sonra daha hızlı bir gelişme göstermiştir. Fakat hala bütün dünyada lignin esaslı odun tutkallarından düşük miktarlarda yararlanılmaktadır. Günümüzde daha çok yaş yöntemle lif levha üretimi yapan fabrikalarda doğal yapıştırıcı madde olarak kullanılmaktadır (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Alma, 1999; Çetin ve Özmen, 2003; Fidan ve ark., 2010; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.5.4. Soya proteini tutkalı

Soya proteini bütün bitki proteinlerinin en tipik örneğidir. Bir yiyecek olarak soya 3000 yıldır kullanımda olmasına rağmen, bir yapıştırıcı olarak kullanımı sadece bazı eski zamanlarda popüler olmuştur. Önce ezilen ve kaynatılan soyalar su ile ağırtılır ve bu protein çözeltilisi bir yapıştırıcı olarak kullanılır. Soya proteini sarı bir tozdur ve % 80 – 90 glisin içerir. Protein, su ile yağsız soyaların reaksiyonu ile hazırlanır (Fidan ve ark., 2010).

Kimyasal tutumu bakımından soya proteini NaOH ile şişme durumuna gelmekte ve $\text{Ca}(\text{OH})_2$ eklenmesiyle de jelleşmektedir. Soya protein tutkalını suya karşı dayanıklı hale getirebilmek için içerisine karbon sülfür ve su camı gibi bazı maddeler katılmaktadır. Bunun yanında yapışma ve suya dayanıklılığını artırmak için içerisine fenol ve bir miktar şeker çözeltisi katılmaktadır. Soya protein tutkalının $20\text{ }^\circ\text{C}$ 'de kuru raf ömrü yaklaşık 1 yıldır. Soya protein tutkalının ısıya karşı direnci zayıftır. Bundan dolayı daha çok iç kullanımlar için uygundur. Soya protein tutkalına kullanım esnasında başka bir tutkal, kil ve odun unu gibi ince maddeler de karıştırılabilir (Huş, 1977; Fidan ve ark., 2010; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.6.6. Hayvansal tutkallar

Hayvansal atıklardan elde edilen tutkallar genellikle yonga, toz ve ya suda çözünen kek formundan elde edilir. Sıvıların ve jellerin raf ömrü birkaç aydır. Hayvanların derilerinden elde edilen tutkallar, kemiklerden elde edilen tutkallara göre daha iyi yapışma sağlarlar (Fidan ve ark., 2010).

Tutkal hattı genellikle organik çözücülere karşı dirençlidir. Fakat nemli şartlar altında; su, hava, ısı ve bakteriyel ataklara karşı dirençsizdir. Suya ve biyolojik bozulmaya karşı direnç Formaldehit, oksalik asit gibi katkıları ile geliştirilebilir. Hayvansal atıklardan elde edilen tutkallar süt kazeini tutkalı, kan albümini tutkalı ve jelatin tutkallarıdır. Bu tutkallar mobilya, müzik enstrümanları, kitap ciltleme, paketleme ve zımpara kağıtlarının sıvanması gibi bir çok alanda kullanılmaktadır (Huş, 1977; Fidan ve ark., 2010)

1.6.6.1. Süt kazeini tutkalı

Kazein, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Sütte kalsiyum kazeinlerinin kalsiyum fosfat ile meydana getirdiği az ve ya çok katı durumda ince süspansiyon şeklinde bulunmaktadır. Kazein bir protein olup atmosfer karakterdedir. Kazein tutkalının özelliğini iyileştirmek için içerisine Formaldehit ilave edilebilir. Kazein beyaz toz halindedir. Molekül ağırlığı yaklaşık 13,000 – 19,000 arasındadır. PH'ı 4,6 izoelektrik noktasında suda çözünmez. Çözünürlüğü asidik ortamda alkali ortama göre daha azdır. Bazik ortamda daha fazla çözünür. Sıcaklığa karşı dirençlidir ama dış ortamlarda kullanıma uygun değildir. Kazein tutkalının en ciddi dezavantajı yapılan birleşmede gerilme kuvveti üzerine çok kötü bir etkiye sahip yağlı maddenin varlığıdır (Huş, 1977; Fidan ve ark., 2010).

1.6.6.2. Kan albümini tutkalı

Kan albümini, kan serumu içerisinde çözülmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu kan albüminleri genellikle sığır kanından elde edilmektedir. Kan albümininin hammadde kaynağı mezbahalardır. Kan esaslı tutkallar ilk çağlardan beri kullanılmıştır ama bu alanda yapılan gerçek aktivite, suya karşı dirençli kontrplak için Pazar olduğu zaman 1917 yılında başlamıştır. Ancak modifiye edilmiş kan esaslı yapıştırıcılar 1930'lu yıllarda geliştirilmiştir. Bu amaçlar için öldürülmüş hayvanların taze kanı veya kurutulmuş kandan yararlanılmaktadır. Tipik bir kuru kanın albümin içeriği yaklaşık % 90'dır. Albümin molekül ağırlığı 67,000 olan küresel bir proteindir ve suda çözünür. Bu yapıştırıcılar sadece iç kullanımlar için uygundur (Fidan ve ark., 2010).

1.6.7. Anorganik yapıştırıcılar

Odun yongalarının anorganik yapıştırıcılarda birleştirmek amacıyla çalışmalar uzun zaman önce yapılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda iki malzeme gelişmiştir. Bunlardan biri odun talaşdır. Odun yongalarının magnezyum çimentosuyla yapıştırıcıları elde edilir. Diğerisi ise odun yönü olarak isimlendirilen ince uzun, rende talaşlarının portland çimentosu ile yapıştırılmasından elde edilen malzemedir (Bozkurt ve Özen, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Son yıllarda % 25'i odun yongası kalanı portland çimentosu ve diğer maddelerden olan bir levha geliştirilmiştir. Bu yine yonga levhada bilinen sistemle üretilmektedir. Sadece presleme farkı vardır. Soğuk presleme yapılır. Bu levhalar prestren çıktıktan sonra kendi kendine sertleşir. Bu levhalar açık hava şartlarına ve mantarlara karşı oldukça dayanıklıdır. Magnezyum çimentosu kullanımında ise levhanın % 40'ı yongadır. Kalanı magnezyum çimentosudur. Üretimi ise yine diğerleriyle aynıdır. Ancak magnezyum çimentosuyla üretilen levhalar sıcak preste preslenirler. Bu yöntemle üretilen levhalar sıcak suya dayanıklı ancak açık havaya karşı o kadar dayanıklı değildir (Bozkurt ve Özen, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Portland çimentosunun kullanımında, sadece depolanmış ibrelili odun kullanılır. Portland çimentosu odunun ekstrakt maddelerine (tanen ve basit şekerler) karşı hassastır. Bu nedenle yapışmanın engellenmesi için odunun mineralleştirilmesi şarttır. Magnezyum çimentosu ekstrakt maddelerden engellenmediği için odunun mineralleştirilmesine gerek yoktur. Aynı nedenle ibrelilerden daha fazla ekstrakt maddelerine sahip olan yapraklı odunlar magnezyum çimentosuyla kolayca yapışabilir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.7. Katkı Maddeleri

Yonga levhaları rutubet, su, mantar ve böceklere karşı korumak için üretim esnasında içerisine katkı maddeleri katılabilir. Bu katkı maddelerinin görevleri aşağıda verilmiştir. Katkı maddelerinin görevleri:

- a) Koku gidermesi
- b) Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını engellemesi
- c) Tutkalın dağılma özelliğini iyileştirme
- d) Malzeme yüzeyine toz birikmesini engelleme
- e) Stabilite sağlaması
- f) Yanmayı geciktirmesi
- g) Plastikleştirme
- h) Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi
- i) Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesi (Usta, 2011).

1.7.1. Yanmayı geciktirici maddeler

Levhaların yanıcı özelliğini en aza indirmek için kullanılan maddelerdir. Bunlar fazla yaygın kullanılmayan kimyasallardır. Bu maddeler çinko, arsenik ve bakır tozlarıdır. Bunların yanı sıra boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler üretim esnasında toz veya sıva halde kullanılabilirler. Ayrıca üretimden sonrada yüzeye emprenye edilebilirler (Karakuş, 2007).

1.7.1.1. Hidrofobik maddeler

Yonga levhaların kullanılırken kullanıldıkları yere göre su alarak şişmelerini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılmaktadır. Bu hidrofobik maddeler yonga levhanın su almasını tamamen önleyemezler ama su alma hızlarını yavaşlatırlar. Böylece kısa süreli suya maruz kalan, rutubete maruz kalan levhalar su alarak şişmezler. Hidrofobik maddelerin başında Parafin gelmektedir. Yine çeşitli mumlarda hidrofobik maddelerdendir (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Hidrofobik maddelerin yonga levha endüstrisinde kullanılış nedenleri.

- 1) Yüksek derecede su itici özelliğe sahip olması.
- 2) Ergime noktanın uygun olması.
- 3) Ekonomik olması (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levha üretiminde hidrofobik maddelerden olan parafin yongalara sıvı ve ya sulu çözelti halinde püskürtülerek uygulanır. Genelde orta ve dış tabakaların her ikisi de parafinlenir. Ama son zamanlarda genel amaçlar için üretilen levhalarda sadece dış tabakalar parafinlenmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Yonga levha üretiminde kullanılacak parafin;

1. Homojen olmalıdır.
2. Tutkal, sertleştirici, su ve empenye maddeleri ile uyumlu olmalıdır.
3. Dozajı elverişli olmalıdır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Karışıma ilave edilen parafin miktarı yeteri derecede olmalıdır. Genellikle İYA'larda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0,3 – 0,5 YA'lar da ise % 0,5 – 1,0 parafin kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990). Üre formaldehit tutkalı kullanıldığı zaman parafin emilsiyonu ayrı bir şekilde yongalara uygulanmaktadır. Bu şekilde yonga yüzeyine dik, çekme direnci, kalınlık şişmesi daha iyi bir düzeye çıkarılmış olur (Huş, 1977; Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.7.2. Sertleştirici maddeler

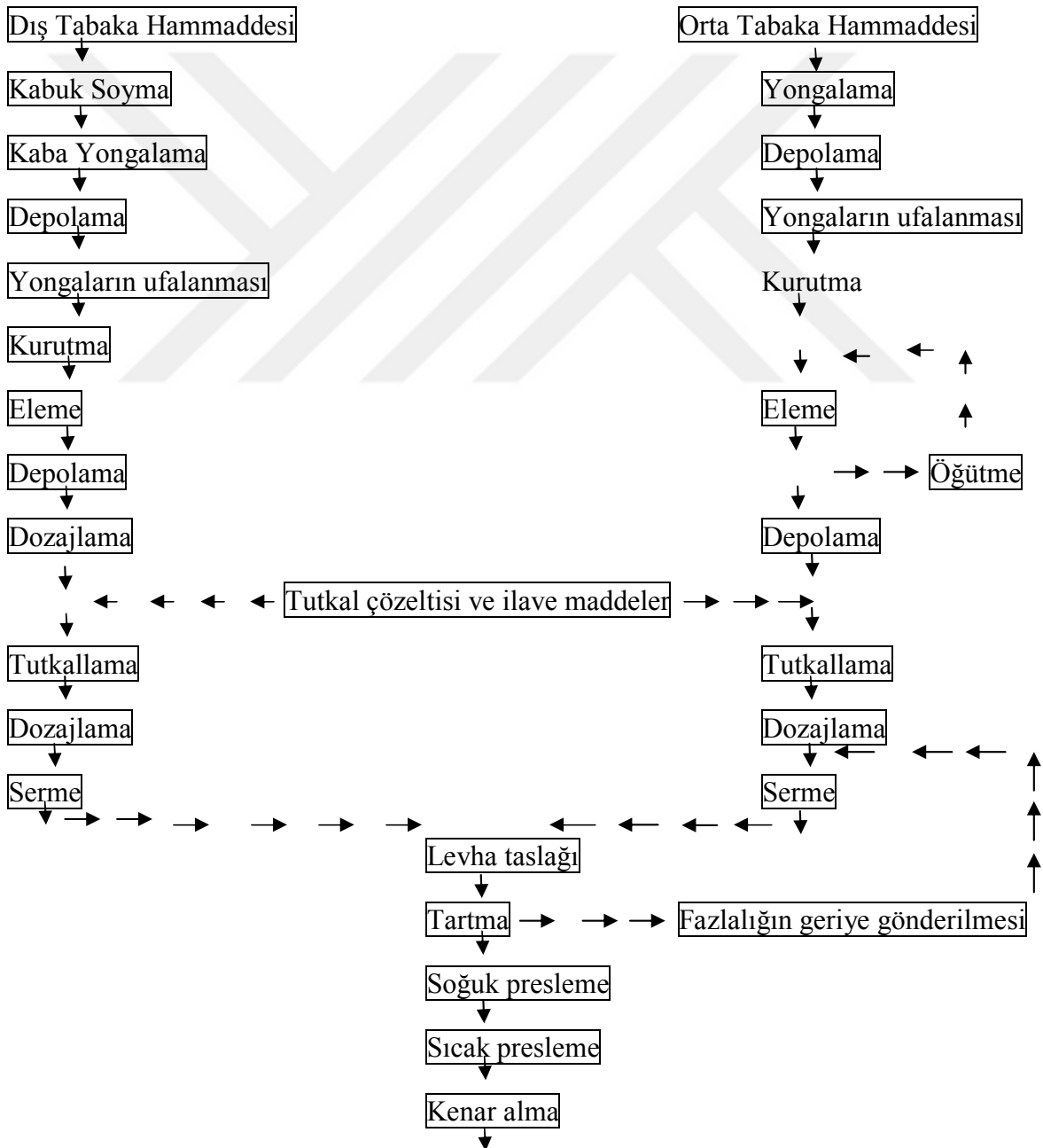
Yonga levha üretiminde kullanılacak olan tutkal, çözeltisi hazırlanışından preslemeye kadar sertleşmemelidir. Ama presleme esnasında hızla sertleşmelidir. İşte bu amaçla tutkal çözeltisinin içerisine bir miktar sertleştirici madde katılmalıdır. Levha üretiminde en yaygın kullanılan üre formaldehit tutkalına sertleştirici olarak amonyum klorür ve ya amonyum sülfat katılır. Pres sıcaklığının etkisi ile amonyum klorür formaldehit ile reaksiyona girerek heksametil tetraamin, tuz asidi ve su oluşturur. Burada oluşan asit tutkalın sertleşmesini hızlandırır. Preslemeden önce oluşacak sertleşmeyi önlemek için tutkal çözeltisine NH₃ veya üre ilave edilir. Eğer sertleşme prese girmeden oluşursa levha hatalı olur ve yapışma direnci düşer. Sertleştirici olarak amonyum klorürün kullanılmasında amaç, meydana gelecek HCl'in uçucu olması dolayısıyla levha taslağının her tarafında homojen olarak dağılabilmesidir (Bozkurt ve Göker, 1990; Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

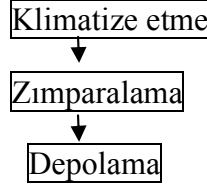
Alkali ortamda sertleşen fenol – formaldehit tutkalı ile yapıştırmada sertleştirici ilavesine gerek yoktur. Fakat sertleşme uzun sürdüğü için bunun hızlandırılmasına gerek vardır. En önemli ve tanınmış hızlandırıcı ve sertleştirici resorsin'dir. Ancak çok pahalı olması nedeniyle Resorsin yonga levha üretiminde kullanılmaz. Ama bunun yerine daha

ucuz olan kalsiyum karbonat kullanılır. Bu ise ileride levha yüzeyinde lekeler şeklinde belirmeye başlar (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

1.8. Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yonga levha üretiminde başlıca üç farklı üretim teknolojisi vardır. Bunlar; dik yongalı (okal tipi) levha üretimi, yatık yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bütün bu üretim yöntemlerinde uygulanan işlemler aynıdır. Ancak farklılıklar yonga serme işleminde, presleme tekniklerinde ve ya kullanılan bağlayıcı çeşitlerinde ortaya çıkmaktadır. Aşağıdaki şekilde yonga levha üretim teknolojisi aşamaları verilmiştir (Yeniocak, 2008).





Şekil 1.10. Yonga levha üretim teknolojisi (Çakmak, 2008)

1.8.1. Üretimde kullanılan hammaddeler

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Buna alternatif olarak kapak tahtaları, kusurlu kaplama levhaları, tomruk gövde kısımları, hatalı tomruklar, testere talaşı ve tomruk iç kısımlarından elde edilen atıklar yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ancak üretimde kullanılacak tüm bu odunsu materyallerin önce iyi bir depolanması ve kabuklarının soyulması olması gerekmektedir (Sevinçli, 2014).

1.8.2. Hammadde odunun depolanması

Ülkemizde hava şartlarından dolayı yılın bazı aylarında odun üretimi yapılmaktadır. Bundan dolayı fabrikalar yıllık hammadde ihtiyaçlarını depolama yöntemiyle karşılamaktadırlar. Fabrikalar bir yıllık hammadde gereksinimine denk gelecek şekilde depolama yapmaktadırlar. Depoda İYA odunları, yerli ve yabancı ağaç odunları, kapak tahtaları, tomruklar ve çitalar bulunmaktadır. Bu odunlar levhanın dış ve orta tabakalarının üretimi için ayrı ayrı yerlerde depolanmaktadır. Bu depolamada odunlar arası 50 cm'lik mesafede olmalıdır. Depolamada; çürüklük ve mantar tahribatına karşı hava sirkülasyonunun iyi bir şekilde sağlanması gerekir. Bu tür olumsuzlukların olmaması için esas olan malzemenin hemen üretime verilmesidir. Çünkü depolama sırasında malzeme fiziksel ve mekanik etkilere maruz kalabilir (Karakuş, 2007).

İyi bir depolamada odunlar, çürümeleri önlemek için 30 cm yükseklikteki beton ayaklar üzerine yerleştirilmeli ve rutubeti lif doygunluk noktasının üzerinde tutulmalıdır. Ayrıca depolarda olası yangınlara karşı gerekli önlemler alınmalı, depo zemini temiz ve bakımlı olmalıdır (Atar,2012).

1.8.3. Kabuk soyma

Yongaların hazırlanmasında ilk işlemlerden birisi kabuk soymadır. Kabuğun yonga levha üretiminde tercih edilme sebeplerinden biri verim artışını sağlaması beklentisidir. Ancak orta ve yüzey tabakalarında kullanılacak odunlar kabuklarından arındırılmış olmalıdır. Üretimde kabuk kullanılmamasının nedeni daha yüksek direnç değeri ve levha

yüzeyinin daha homojen renkte olmasının istenmesidir. Bundan dolayı yonga levha üretiminde kullanılacak kabuk miktarı %10'u geçmemelidir (Güler, 2001).

1.8.4. Yongalama

Yonga levha üretiminde kullanılacak yongaların boyutsal özellikleri yani yonga geometrisi üretilen levhaların özelliklerini etkileyen bir faktördür. Örneğin yonga kalınlığı artışı eğilme direncinde azalmaya yüzeye dik çekme direncinde değerlerinde ise artışa neden olmaktadır. Veya yonga uzunluğunun artışı yüzeye dik çekmede azalmaya eğilme direnci değerlerinde ise artışa neden olmaktadır (Karakuş, 2007).

Yonga levha üretiminde düzgün yüzeyli ve kaliteli yongalar elde edebilmek için rutubetin %30-60 arasında olması gerekir. Eğer rutubet %30'un altına düşerse yongalama esnasında tozlaşma fazla olacaktır. Tozlaşmanın çok olması maliyeti artırır ve tutkallamayı zorlaştırır. Aynı şekilde rutubetin %60'ın üstünde olması yongalamadan sonra tekrar kurutma işlemi gerektirir. Bu işlemde maliyeti artırır. Ayrıca sonradan kurutulan yongaların yüzeyleri liflenir bu liflenme düzgün tutkallanmayı önler ve yapışmalarda sıkıntılar oluşur. Bundan dolayı rutubet %30'dan az %60'dan fazla olmamalıdır (Güler, 2001). Son yıllardaki en büyük gelişmelerden biri yüksek hızda ve özellikle hava yöntemi temizleme sistemiyle birlikte hızı yüksek yongalama olmuştur (Loth, 2003).



Şekil 1.11. Primer yongalama makinesi

Yonga levha üretiminde uygun yongaları elde edebilmek için iki ayrı sistem kullanılır. Bunların birincisi, önce kaba yongalar üretilir daha sonra bu yongalar değirmenlerde ve ince yongalama makinelerinde levha üretimine uygun hale getirilir. İkincisinde ise yuvarlak odundan yonga üretimine uygun incelik ve uzunlu ta fakat geniş yongalar üretilir. Daha sonra bu yongalar isteğe bağlı olarak yongalama makinelerinde küçültülür (Özen, 1980).

1.8.5. Kaba yongalama

Kaba yongaların boyutları 10-30 mm'dir. Bu tip yongalar üretilirken odunlar ya liflere dik yada liflere 45⁰'lik açı yapacak şekilde yongalama yapılır. Bu yongalar büyük yongalar olarak adlandırılır (Kalaycıoğlu, 1991).

1.8.6. Normal yongalama

Yuvarlak odundan direkt levha üretimine uygun formda yongaların kesilmesine normal yongalama denir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik olan liflere paralel yönde kesiştir. Yapılan bu kesişte yongalar uzunluğuna kesilmiş olur. Yongalarda bu özellik çok önemli değildir. Yongalar çok ince olması nedeniyle kolayca lif yönünde kırılarak kendiliğinden daha dar yongalar oluşur. Normal yongalama için diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1990).

1.8.7. İnce yongalama

Yonga levha yapımında kullanılacak yongaların daha küçük yongalar haline getirilmesi işlemine ince yongalama denir. Yonga levha yapımında kullanılacak yongalar belli ölçülerde olmalıdır. Orta tabakada kullanılacak yongaların kalınlığı 0,3-0,5 mm arasında dış tabakada kullanılacak yongaların kalınlığı ise 0,15-0,25 mm arasında olmalıdır (Budurlu, 1994).

1.8.8. Yongaların kurutulması

Yonga levha üretiminde kullanılmak için üretilen yongalar %30-120 arasında değişik oranlarda rutubet derecelerine sahiptir. Üretimde kullanılacak yongaların rutubetinin az ve ya fazla oluşu birçok olumsuz nedene sebep olmaktadır. Tutkalların sertleşmesinin engellenmesi, levhanın patlaması, yangın tehlikesinin artmasına vb. olumsuzluklara sebep olmaktadır. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için yongaların

%3-6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Bu kurutma işleminde birçok kurutucu bulunmaktadır. Bunlar:

- a) Çok bantlı kurutucular
- b) Döner silindirli kurutucular, döner jet kurutucular, borulu kurutucular.
- c) Türbünlü kurutucular
- d) Kontakt kurutucular
- e) Yanık gaz kullanan kurutucular
- f) Süspansiyon tipi kurutucular (Sevinçli, 2014)

Yongaların kurutulmasında kullanılan bu kurutucularda sıcaklık 600-800⁰C'ye kadar çıkmaktadır. yongaların kurutma süresinin kısalığından dolayı yongalar kurutuculardan çabuk çıkmaktadır. Kurutucu içerisinde oluşabilecek herhangi bir tıkanıklık yangın çıkmasına sebep olabilir. Bundan dolayı kurutucular yonga levha fabrikasının en tehlikeli alanlarından biridir (Masraf, 2005).

Aynı kurutma şartları altında kurutma süresi yonga kalınlığı ve ağaç türüne bağlıdır. Sonuç rutubeti yonga kalınlığına bağlı olarak İğne Yapraklı Ağaç (İYA) yongaları için yaklaşık 100 saniye Yapraklı Ağaç (YA) yongaları için ise 200 saniye kurutma süresine ihtiyaç duyarlar (Kollmann, 1975).

1.8.9. Yongaların sınıflandırılması (Eleme)

Yongalama makineleriyle değişik boyutlarda yongalar elde dilmesine rağmen homojen boyutlarda üretim yapılamamaktadır. Eğer elde dilen yongalar karışık halde yonga levha üretiminde kullanılırsa levha yüzey düzgünlüğü ve kalitesi bozulmuş olur. Kaliteli ve düzgün yüzeyli levhalar elde edebilmek için yongalar elenmelidir. ilk olarak kaba yongalar hem yüzey hem de orta tabakada kullanılamayacağı için elenmelidir ve tekrar yongalanarak küçültülmelidir. Aynı şekilde toz halindeki yongalar elenmezse fazla tutkal absorbe edeceğinden dolayı yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini olumsuz etkiler. Bu olumsuzlukları ortadan kaldırmak için yongalar sınıflandırılmalıdır. Bu işlem genellikle kurutmadan sonra yapılmalıdır. Eğer yaş iken yapılırsa toz halindeki yongalar kaba yongalara yapışır ve homojen bir sınıflandırma yapılmamış olur. Yongaların sınıflandırılması mekanik olarak eleklerde, pnömatik tanif makinelerinde yapışır (Yeniocak, 2008).

1.8.10. Yongaların depolanması

Yonga levha üretilen fabrikalarda farklı işlemlere tabi tutulmuş yongaları depolamak için silolar kullanılmaktadır. Siloları, yaş, kuru yonga ve talaş tozu için kullanılan silolar olarak sınıflandırmak mümkündür. Silolar, yongalama makinelerinden düzensiz gelen yongaları toplamaya ve aynı zamanda kurutmaya, öğütmeye ve ya tutkalamaya verilen yongaları toplayıp düzenli şekilde serme makinelerine vermektedir. Silolar yongaların hareket yönüne göre üçe ayrılmaktadır. Bunlar;

1. Harizonal silo
2. Vernikal silo
3. Döner silo (Karakuş, 2007)

1.8.11. Yongaların tutkallanması ve diğer katkı maddelerinin ilavesi

Yonga levha üretiminde yonga levhaların kalitesi açısından yongaların tutkallanması hassas olmalıdır. Yonga levhanın kalitesini sadece hassas tutkallama değil kullanılan tutkal türü ve tutkal kalitesi de etkilemektedir. Tutkallama yapılırken tutkalın mümkün olduğu kadar üniform bir şekilde küçük tanecikler halinde ve malzemeye homojen bir şekilde yayılması üretilen levhanın direnç özellikleri açısından önemlidir. Bu nedenle yongaların tutkallanmasında noktasal tutkallama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde tutkal çözeltisi çok küçük tanelere ayrılmakta ve yongalar üzerine püskürtülmektedir. Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla %4-12 arasında değişmekte ve yonga levha üretiminde, metrekareye 2 gr kuru, 8-12 gr da sıvı tutkal uygulanmaktadır (Sevinçli, 2014). Tutkalın yonga levha üretiminde yüzeye verimli bir şekilde yapışmasında öncelikli olarak önemli olan üç faktör vardır.

1. Yongalar ile tutkal arasındaki kimyasal ilişki
2. Yongaların yüzey koşulları
3. Yonga levhanın üretim koşullarındaki basınç ve sıcaklık değerleridir (Ndazi ve ark., 2006).

Yonga levha üretiminde katkı maddesi olarak kullanılan sertleştirici ve parafin tutkala karıştırılır, yanmayı geciktirici maddeler ile koruyucu maddeler ise tutkal-yonga karıştırıcısında ve ya üretim hattının başka bir yerinde ilave denebilir. Tutkallamaya yüzey düzgünlüğü, yonga geometrisi ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketleri etki etmektedir. Tutkal ve katkı maddeleri birçok yolla yongalar üzerine püskürtülebilir. Bunlar; tutkallama makinesi üzerinde bulunan ve karışımı çok küçük parçalara ayırabilen

havalı ve havasız püskürtme baskıları yada döner santrifüjlü enjektörler vasıtasıyla yongalar üzerine püskürtülür. Burada amaç yongaların tüm yüzeylerinin homojen bir şekilde tutkallanmasıdır (Masraf, 2005; Çakmak, 2008).

1.8.12. Tutkal çözeltisinin hazırlanması ve homojenleştirme depoları

Fabrikaların üretim şekillerine göre tutkal çözeltileri; çözelti şeklinde hazırlanmış sertleştiriciler, parafin ve koruyucu maddelerin karışımıyla oluşmaktadır. Tutkal karışımı cam, fayans, ağaç, emaye, suni maddeler, alüminyum ve pirinç gibi kaplarla hazırlanır. Homojenleştirme depoları: tutkal makinelerinden çıkan yongaların iyice karıştırılarak homojenleştirildiği yerlerdir. Bu depolar genelde iki gruptur. Bunlarda biri alt ve üst tabaka yongalarının, diğeri ise orta tabaka yongalarının karıştırıldığı depolardır. Aynı zamanda bu depolar, tutkal makinası ile dozajlama makinesi arasında depo görevi yaparlar (Karakuş, 2007).

1.8.13. Yonga levha taslağının oluşturulması (yonga serme işlemi)

Yongalar homojen bir taslak halinde serilmeli ve presleme işlemine hazırlanmalıdır. Levha taslağı oluşturulurken homojen bir seme yapılmazsa özgül ağırlıkta değişiklikler meydana gelir ve bu değişiklikler sonucunda ise levhaların mekanik özellikleri değişebilir. Çarpılmalar meydana gelebilir. Serilen yonga keçesinin kalınlığı üretilecek levha kalınlığının 3-20 misli olmalıdır. Bu kalınlığın oluşturulmasında yongaların tipleri ve ağaç türleri rol oynar (Karakuş, 2007). Levha üretiminde yongalar serilirken levhanın her tarafında üniform bir dağılım olması gerekir. Serme işlemi üç farklı şekilde yapılmaktadır:

1. Dökme Serme Sistemi: üç tabakalı bir levhanın üretimi için en az üç tane serme başlığına ihtiyaç vardır. Bunlardan ikisi alt ve üst tabaka yongalarını biri ise orta tabaka yongalarını sermek için kullanılmaktadır.
2. Rüzgarlama Sistemi: bu serme sisteminde düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek yüzey ağırlığı az olan yongalar uzağa, çok olan yongalar ise daha yakına düşer. Taslağın diğer tarafı için birincinin aksi yönünde hava püskürtülür ve böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeye doğru kalın yongalardan ince yongalara doğru kademesiz bir geçiş vardır. Bu sistem Bison serme sistemi olarak adlandırılır.
3. Savurma Sistemi: bu sistem Behr-Himmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemde serilerek üretilen levhaların enine kesiti rüzgarlama sistemindeki

gibidir. Tek fark, serme sisteminde yongalar hava akımı yerine bir silindir tarafından fırlatılmaktadır (Masraf, 2005; Yeniocak, 2008).

Dozajlama Ünitesinin görevi: serme başlıklarına sürekli aynı miktarda yonga gönderilmesini sağlamak. Dozajlama; Hacim, ağırlık ve hacim-ağırlık olarak üç esasa göre yapılır.

1.8.14. Presleme

Yonga levha üretiminde, tutkallanan yongalar serme sistemlerinden biriyle serilir ve kalın bir keçe oluşturulur. Yukarıda belirtildiği gibi yonga levha üretiminde serilen keçe kalınlığı üretilen levha kalınlığının 20 katı kadar olmalıdır. Hazırlanan bu keçeler gevşek olmamalıdır. Eğer gevşek olursa olası bir sarsılmayla ince yongalar alta düşebilir buda üretilen levhanın görüntüsünde bozukluklar meydana getirir. Presleme soğuk(ön pres) ve sıcak presleme olmak üzere iki farklı şekilde yapılmaktadır (Karakuş, 2007).

1.8.15. Soğuk presleme (çn presleme)

Yonga levha üretiminde soğuk preslemedeki asıl amaç orta ve yüzey tabakalarının birbirine daha iyi kenetlenmesini sağlamaktır. Ayrıca taslak serme işlemi sırasında bazı yongalar meyilli yer alırlar, soğuk pres bu yongaların kısmen düz duruma getirilmesini sağlar. Soğuk pres sadece levha taslağının sıkıştırılmasını sağlamakla kalmaz ayrıca taslak içerisindeki hava çıkışını sağlar. Üretim akışının kesintisiz olmasını sağlamak için sürekli ön pres kullanılmaktadır. Soğuk presten çıkan taslağın kalınlığı 1/3'üne düşmektedir. Soğuk presten çıkan taslağın sıcak prese verilmesinde transport saçlarına ve pres saçlarına gerek kalmaz. Bunun için soğuk pres basıncının 15-20 kp/cm² olması gerekir (Karakuş, 2007; Usta, 2011).

1.8.16. Sıcak presleme

Soğuk presten çıkan taslak ancak sıcak pres sayesinde levha özelliğini kazanır. Taslak istenilen levha kalınlığına sıcaklık ve basınç altında sıkıştırılarak sıcak pres sayesinde kavuşur. Bu esnada sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzeme elde edilir. Sıcak presleme; ön görülen levha kalınlığına kadar sıkıştırılması, yongaların birbirine yapışması için gerekli basıncın sağlanması, tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması gibi aşamalardan oluşturulur. Yonga levha üretiminde çok katlı ve tek katlı presler kullanılmaktadır. Bu preslerin arasındaki önemli fark ekonomiktir. İstenilen kalınlıkta levhalar üretebilmek için sıcak preslerde kalınlık takozları

kullanılmaktadır. Ayrıca sıcak preste kullanılan pres tabakalarının iki görevi vardır. Termik görevi; levha taslağını ısıtarak tutkalın sertleşmesini sağlamak, mekanik görevi ise; taslağı öngörülen sıcaklığa kadar sıkıştırmak. Presleme süresi levha taslağının ortasındaki sıcaklık ile alakalı olup, sıcaklık ise kullanılan tutkalın sertleşmesi için 100⁰C'nin üzerinde olmalıdır. Pres sıcaklığının artmasıyla levhanın mekanik özellikleri iyileşirken su alma ve kalınlık artışı değerlerinde azalma olmaktadır. Pres basıncının artması ile eğilme direnci artmaktadır. Presten çıkan levhanın rutubeti ise yaklaşık olarak %8 civarındadır (Karakuş, 2007).

Pres süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve pres kapanma hızına bağlıdır. Ayrıca kullanılan tutkal türü de pres süresini etkilemektedir. Örneğin FF tutkalı ile üretilen levhalar ÜF tutkalı ile üretilen levhalara göre daha uzun süre preslenirler (Güler, 2001).

1.8.17. Pres sonrası işlemler

Pres öncesi işlemlerin ve presin hatasız yapılması, üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenilen şartlarda olmasını sağlar. Bu özelliklerin korunması ve levhalara biraz daha estetik katmak için pres sonrası birtakım işlemler yapılmalıdır.

Yonga levhaların klimatize edilmesi

Presten çıkan levhalar hemen üst üste istiflenmemelidir. Eğer istifleme hemen yapılırsa ve üst üste yapılırsa, hala sıcaklığını koruduğu için UF tutkalı sıcaklık ve rutubetin etkisiyle hidrolize olur ve yapışma direncini büyük oranda düşürür. Bu nedenle levhalar prestin sonra klimatize edilmeli ve eğer üst üste istiflenecek ise araya mutlaka lata koyulmalıdır. Soğutma işlemi fabrikalarda soğutma kanalı, soğutma presi ve soğutma yıldızları kullanılarak yapılır. Ayrıca klimatize işlemi ile levhaların sıcaklığı ve rutubeti dengelenmekte ve tutkalın tam olarak sertleşmesi sağlanmaktadır.

Boyutlandırma

Yonga levha üretiminde boyutlandırma işlemi prestin sonra veya soğutma sonrası yapılabilir. Ancak prestin hemen sonra yapılması levha kenarında bozulmalara ve kaba görünüme neden olabilir. Bundan dolayı boyutlandırma genellikle soğutma işleminden sonra yapılır. Ayrıca yan alma işlemi sırasında levha köşeleri birbirine dik olmalıdır. Yan alma işlemi için daire testere makineleri kullanılmaktadır.

Kalınlık hatalarının giderilmesi

Mobilya üretimi gibi bazı kullanım alanlarında yonga levhaların yüzeyine kaplama yapılması istenilebilir. Ancak preslen çıkan levhaların yüzeylerine kaplama yapılması için yüzeyleri tam düz olmayabilir. Bu gibi kaplamaların rahat yapılabilmesi ve levhanın estetik olarak güzel görülebilmesi için pres ve boyutlandırılmadan sonra yüzeyleri zımpara makinesiyle zımparalanarak olası kalınlık hataları giderilir.

Levhaların tasnif edilmesi ve depolanması

Pres sonrası veya zımparalama öncesi levhaların kalınlığı ölçülür. Bu ölçüm sonucunda kalınlık sapmaları + - 0,3 mm'den fazla olan levhalar 2. Sınıf olarak işleme tabi tutulurlar. Sınıflandırılan levhalar 18-24⁰C sıcaklıkta %60-65 rutubette olan depolarda düz bir altlığın üzerine üst üste konularak istiflenirler (Karakuş, 2007).

1.9. Yonga Levhanın Teknolojik Özelliklerini Etkileyen Faktörler

1.9.1. Dış tabakada yonga kullanım oranı

Dış tabakada kullanılan yonga oranının artması levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirir (Akbulut, 1995). Yapılan bir çalışmada dış tabakada yonga kullanım oranı %30'dan %45'e yükseltilmiş ve testler yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda eğilme ve elastikiyet modülünde artmalar olmuştur. Ancak yüzeye dik çekmede bir etki yapmamıştır (Kelleci, 2013). Yüzeye dik çekme direnci, orta tabakada kullanılan yongaların yapışma direncine bağlıdır. Bundan dolayı dış tabakada kullanılan yonga oranının artması bu direnci etkilememiştir (Nemli ve ark., 2003).

1.9.2. Hammadde ve yongaların rutubet miktarı

Düzgün yüzeyli yongalar üretmek için odun rutubetinin %30-60 arasında olması gerekir (Baharoğlu, 2010). Tutkallama öncesi yonga rutubeti %1-5 arasında olmalıdır. Tutkallama öncesi bu rutubetin düşük olması yongaların çok tutkal emmesine neden olur aynı şekilde rutubetin fazla olması yongaların tutkalı daha az emmesine neden olur ve buda yapışmayı etkiler bunun sonucunda ise üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri olumsuz yönde etkilenir (Huş, 1979). Levha taslak rutubeti belirli sınırlar içerisinde olmalıdır. Eğer taslak rutubeti fazla olursa; presleme anında levhada patlamalar olur. Ayrıca taslak rutubetinin çok az olması pres sonrası levhanın çok gevrek olmasına ve kırılabilirliğinin artmasına neden olur. (Kelleci, 2013). Yüzey tabakalarındaki yonga

rutubetinin %18-20 olması eğilme direncinin maksimum seviyeye ulaşmasını sağlar. Bu iyileşmenin nedeni rutubetin plastikleştirme etkisidir (Kollmann ve ark., 1975).

1.9.3. Emprenye işlemi

Yongaların emprenye edilmesi levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir. Bu iyileşmenin nedeni emprenye işleminden sonra levha yoğunluğunun artış göstermesidir (Var ve ark., 2002).

1.9.4. Yonga serme işlemi

Rüzgarla yapılan sermelerde yüzey tabakasında kullanılan yongaların ağırlığı arttığı için özgül ağırlık yükselir. Orta tabaka yongaları arası boşluk arttığı için su alma direnci değeri yükselir. Ancak rüzgarla serme eğilme ve elastikiyet modülünü olumlu yönde etkiler. Diğer bir serme yöntemi olan dökülerek serme yöntemi ise yüzeye dik çekme direncini yükseltecektir (Demirel, 2006).

1.9.5. Yonga geometrisi

Yonga levha endüstrisinde yonga levhaların teknolojik özelliklerini etkilerini en önemli faktörlerden biridir. Yonga kalınlığı belirli bir seviyede tutulmalıdır. Çok ince ve çok kalın yongalar levha özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100-150 civarında olan yongalar en iyi üretim sonuçlarını vermektedir. Yonga levhanın direnç değerlerinin yüksek olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek yongalar kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut, 1992).

1.9.6. Tutkal türü ve miktarı

Yonga levha üretiminde öncelikle kullanım yerine uygun tutkalları seçilmeli ve üretimde o tutkallar kullanılmalıdır. Yonga levha üretiminde kullanılan tutkal miktarı belirli bir sınırdan olmak koşuluyla yongalara ne kadar çok tutkal karışırsa levhaların fiziksel ve mekanik özellikler o kadar iyileşir. Ancak levhanın maliyetinde tutkalın oranı fazla olduğu için, fazla tutkal kullanılması maliyeti arttıracaktır (Huş, 1979). Yapılan bir çalışmada tutkal miktarının %9 dan % 10 a çıkarılmasıyla yonga levhaların direnç özelliklerinin arttığı ve kalınlığına şişme miktarının azaldığı görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh, 2008).

1.9.7. Permeabilite

Yonga levha üretimi için orta permeabil ağaç türleri tercih edilmelidir. Permeabilitesi yüksek ağaç yongaları fazla tutkal emer ve yapışma zayıflar, permeabilitesi çok düşük ağaç yongaları ise hiç tutkal emmez ve yapışma iyi olmaz. Bundan dolayı yongaların biraz tutkal emerek formda olan orta permeabil ağaçlar kullanılmalıdır (Lyman, 1969).

1.9.8. Kabuk kullanımı

Kabuk kullanımı levhaların görünüşünü bozar, direncini düşürür ve yüzeyde pürüzlülük yapar. Buna rağmen orta tabakada %5-10 oranında kabuk kullanımı özellikleri fazla değiştirmez. Yapılan bir çalışmada yonga levhaya %12 oranında kara ladin kabuğu karıştırılmış ve şişmenin %54 azaldığı görülmüştür. Ancak yine bu çalışmada yonga levhaya %37 oranında kabuk karıştırılması durumunda ise; şişmenin %45 arttığı görülmüştür (Yemele ve ark., 2008).

1.9.9. pH değeri

Yonga levha üretiminde kullanılacak ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşme süresi etkiler. Bundan dolayı üretim için hazırlanacak tutkal reçetesi ağaç türünün pH değerine ayarlanmalıdır. Üretimde mümkün olduğu kadar aynı hammadde türünün veya pH değeri birbirine yakın türlerin bir arada kullanılması tercih edilmelidir. Yonga levha üretiminde en iyi yapışma pH'nın 4-5 olduğu aralıkta gerçekleşir (Göker ve Akbulut, 1992).

1.9.10. Levha yoğunluğu

Yonga levhanın yoğunluğunun artması kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere diğer bütün özellikleri iyileştirmektedir. Yoğunluğun artması sonucu yongalar arasındaki temas daha güçlü olur (Gündüz ve Masraf, 2005).

1.9.11. Levha yüzeyinin kaplanması

Yonga levhaların yüzeylerinin lamine ve ahşap kaplama levhalarıyla kaplanması, levhaların direnç özelliklerini olumlu yönde etkileyecektir (Bektaş ve ark., 2002). Levha yüzeylerinin kaplanması levhaya dekoratif bir görünüm sağlar, fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirir, su absorpsiyonunun engellenmesi gibi avantajlar sağlar (Nemli, 2003).

1.9.12. Ağaç türü

İğne Yapraklı Ağaç (İYA) lar Yapraklı Ağaç (YA)'a göre düzgün, ince ve daha uzun lifler ihtiva ettikleri için, İYA' dan elde edilen yonga levhaların dirençleri YA'dan elde edilen yonga levhalardan daha yüksektir (Göker ve diğerleri, 1984).

1.10. Yonga Levhanın Bazı Üstün Özellikleri

- a) Odunun bütününi yongaya dönüştürerek hiç fire vermeden istenilen boyutlarda levha üretilebilir.
- b) Presleme sırasında veya öncesinde yongalara hidrofobik özellikler katılabilir.
- c) Yongalar, yangına, böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir
- d) Çok geniş yüzeyli arzu edilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir
- e) Kalıp içerisinde taslak oluşturulmasıyla şekil verilmiş yonga levhalar üretilebilir
- f) Ağaç malzeme tutkallarıyla kaplama levhaları kullanılarak (lamine edilmek) suretiyle oldukça iyi özellikler verirler.
- g) Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhalarıyla üretilmiş levhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
- h) Makinelerde işlenme özelliğinin iyi olması, firezelerle, lamba, zıvana, matkap ile kolayca işlenebilmesi
- i) Yüksek devirli şerit ve daire testerelerle işleme esnasında düzgün kesip yüzeyleri verir.
- j) Akustik özellikleri iyidir.
- k) Levhanın işlenmesi esnasında zayıyatı düşük, iş verimi yüksektir.
- l) Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplama ve laminantlarla kaplanmak suretiyle çekici görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özelliklerde iyileştirilebilir (Göker, 2000).

2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Yapılan bir çalışmada buğday ve pirinç sapı bitkisel atıkları kullanılarak UF tutkallı ve farklı yoğunluklarda yonga levhalar üretilmiştir. Pirinç sapsarından 0,77 gr/cm³ yoğunlukla üretilen levhalarda yapılan testlerde kalınlığına şişme oranı %15, eğilme direnci 21 N/mm², yüzeye dik çekme direnci 0,48 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Ayrıca buğday sapsarından üretilen 0,75gr/cm³ yoğunluklu levhalarda ise, eğilme direnci 20 N/mm², kalınlığına şişme oranı %14, yüzeye dik çekme direnci 0,57 N/mm² olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, atık pirinç ve buğday sapsarından Avrupa standartlarına uygun levhalar üretilebileceği belirtilmiştir (Mantanis ve ark., 2000).

Grigoriou (2001), değişik oranlarda (%0-100) saman/odun yonga karışımından %10 UF, %8 polimerik di fenil metan di-izosiyanat (PMDI) ve bu ikisinin karışımından oluşan (UF/PMDI) tutkalı (%10) ile 650-700 kg/m³ yoğunluktaki levhalar üretmiştir. Levhaların eğilme dirençleri 11,58-32,66 MPa, iç yapışma(Yüzeye dik çekme) dirençleri 0,07-1,28 MPa ve kalınlığına şişme oranları ise %8,7-31,3 olarak ölçülmüştür. Sadece PMDI ve ya uygun oranlardaki UF/PMDI tutkalı kullanılarak üretilen levhaların sadece UF tutkalı kullanılarak üretilen saman/odun panel levhalarından daha yüksek dirençlere sahip olduğu belirtilmiştir.

Wu (2001), şeker kamışı sapından yapıştırıcı olarak PMDI tutkalı kullanarak ürettiği levhaların mekanik direnç değerlerinin oldukça yüksek (eğilme direnci; 19,11-27,88 MPa, elastikiyet modülü; 2300-3790 MPa, çekme direnci; 1,63-2,70 MPa) ve istenilen standartları karşıladığı anlaşılmıştır.

Papadopoulos ve ark., (2002), Bir başka çalışma hindistan cevizi yongaları üzerine yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada %6'lık izosiyanat tutkalına %1 oranında, 158'lik izosiyanat tutkalına %0,5 oranında vaks ilave edilerek tek tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. %8'lik tutkal oranıyla üretilen levhaların özelliklerinin iyi çıkmasına rağmen levhaların kalınlığına şişme değerleri yüksek çıkmıştır. Bu nedenle Hindistan cevizi yongalarının sanayi odunu yongalarıyla karıştırılarak levhalar üretilmesi sonucu daha iyi sonuçlar vereceği bildirilmiştir.

Nemli ve ark. (2003), kivi/odun karışımından üç tabakalı yonga levhalar üretmişlerdir. Üretilen bu levhaların sonuçlarına bakıldığında karışımındaki kivi yonga oranının artması, direnç özelliklerini düşürmüştür. Ancak orta tabakası kivi yongalarından

ve %9-11 UF kullanılarak üretilen levhaların eğilme ve iç yapışma dirençlerinin standartlara yakın olduğu anlaşılmıştır.

Mo ve ark. (2003), buğday saplarından %8 UF, %14 di fenil metan di izosiyanat (MDI), %10 soya fasulyesi proteini (SPI) ve %15 soya fasulyesi unu (SF) gibi değişik kombinasyonlardaki yapıştırıcılar kullanarak 700 kg/m^3 yoğunlukta yonga levlar üretmişlerdir. Saman levhalarının eğilme dirençleri 5,08-18,1 MPa, elastikiyet modülleri 1334-2281 MPa, iç yapışma dirençleri 0,10-0,64 MPa, suda kalınlık artımları %27,3-122,2 olarak tespit edilmiştir.

Bir başka çalışmada ise pamuk karpelinden %9-11 oranında üre formaldehit ve melamin üre formaldehit tutkalları kullanılarak üç tabakalı levhalar üretilmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda $0,471 \text{ gr/cm}^3$ yoğunlukta MUF tutkalı kullanılarak üretilen levhaların kalınlığına şişme değerleri TS EN 312'de belirtilen %14 değenin üzerinde olmuştur. Eğilme direnci deneylerinde, en düşük değer $0,471 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluklu MUF tutkalı kullanılan levhalardan, en yüksek değer ise aynı tutkalın kullanıldığı fakat yoğunluğu $4,651 \text{ gr/cm}^3$ olan levhalardan elde edildiği aynı zamanda yüzeye dik çekme değerlerinin de aynı levhalarda aynı özellikleri taşıdığı bildirilmiştir (Alma ve ark., 2004).

Bektaş ve ark.,(2005), tarafından yapılan bir çalışmada 700 kg/m^3 yoğunluğuna sahip levhalar üretilmiştir. %100 kavak esaslı levhaların eğilme dirençleri 25,30 MPa, elastikiyet modülü 2963,3 MPa, iç yapışma direnci 0,69 MPa, kalınlığına şişme miktarı %17,99 olarak ölçülmüştür. %100 ayçiçeği sapı esaslı yonga levhaların eğilme dirençleri 15,65 MPa elastikiyet modülleri 1800,2 MPa, yüzeye dik çekme dirençleri 0,46 MPa 24 saat suda bekletildikten sonra kalınlığına şişme miktarları %25,05 olarak ölçülmüştür. Ayçiçeği-kavak yongalarının karışımından üretilen levhaların eğilme dirençleri 19,53-22,96 MPa, elastikiyet modülleri 2440,2 – 2681,2 MPa, iç yapışma dirençleri 0,47-0,53, kalınlığına şişme miktarları %21,36 – 21,96 olarak ölçülmüştür. Yapılan bu çalışmada elde edilen sonuçlara göre ayçiçeği sapı esaslı yongaların üre formaldehit ile uyumlu olduğu ve ayçiçeği saplarının tek başına yada ak kavak yongalarıyla karıştırılarak yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılabilirliği ortaya konulmuştur.

Güler ve ark., (2006), ayçiçeği sapları ile kızılçam yongalarını karıştırarak 700 kg/m^3 yoğunlukta üç tabakalı levhalar üretmişlerdir. Üretilen levhaların mekanik direnç değerlerinin standartları karşıladığı ve ayçiçeği sapı- kızılçam odununun yonga levha üretiminde birlikte kullanılmasının mümkün olduğu belirtilmiştir.

Güler ve Özen (2006), pamuk saplarından her tabakada değişik oranlarda UF ve PF tutkalı kullanarak farklı yoğunluklara sahip 20 mm kalınlıkta levhalar üretmişlerdir. PF ile üretilen levhaların direnç değerleri UF ile üretilenden belirgin şekilde yüksek çıkmıştır. Örneğin PF ile üretilen levhaların en yüksek eğilme direnci 17,95 MPa, iç yapışma direnci 0,591 MPa olarak bulunurken benzer şartlarda UF ile üretilen levhaların eğilme dirençleri ise 3,31 – 16,79 MPa ve iç yapışma dirençleri 0,110 – 0,563 MPa olarak hesaplanmıştır.

Bir başka çalışmada ise pirinç kabukları ufalanarak ve ufalanmadan ayrıca %30 oranında testere talaşı kullanılarak 0,9 gr/cm³ yoğunluklu 22,5 mm kalınlıkta levhalar üretilmiştir. 180⁰C sıcaklık ve 27,6 MPa basınç altında 12 dk süre ile preslenerek üretilen levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalarda elastikiyet modülü ve eğilme direnç değerlerinin düşük, ufalanmadan pirinç kabukları kullanılarak üretilen levhalarda yüzeye dik çekme değerinin yüksek çıktığı bildirilmiştir (Ndazi ve ark., 2006).

Fındık karpelleri kullanılarak 0,6 ve 0,7 gr/cm³ yoğunlukta UF, PF ve MUF tutkalları kullanılarak 150 ⁰C de 6 dk süre ile 25 kg/cm² basınç uygulanarak levhalar elde edilmiştir. PF ve UF tutkalı kullanılarak üretilen levhaların değerleri standardın üzerinde çıkmıştır. MUF tutkalı kullanılarak üretilen levhaların değerlerinin ise düşük çıktığı belirtilmiştir (Çöpür ve ark., 2007).

Yapılan bir çalışmada okalıptüs ve çim kesme atıklarından yapılan yonga levhaların mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Lignin oranı yüksek fakat holoselüloz oranı düşük çim kesme atıklarından yapılan yonga levhaların mekanik özelliklerinin, holoselüloz oranı yüksek okalıptüs odunundan yapılan yonga levhaların özelliklerinden daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Nemli ve ark., 2009).

Usta, (2011), çay bitkisi atıklarını, kızılçam yongaları ile %100, %75-25, %50-50, %25-75 oranlarında karıştırarak UF, MF, UF/MF tutkalları ile % 8-10-12 oranında karıştırarak 175 ⁰C sıcaklıkta ve 3 N/mm²'lik basınç şartlarında 4 dakika süre ile yonga levhalar üretmiştir. Üretilen bu levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk, kalınlık artışı miktarı ve elastikiyet modülü değerlerinin TS EN 317 Standardının altında kaldığı bildirilmiştir.

Topbaşı (2013), muz kabuğu atıklarını, kızılçam yongaları ile %100-0, %75-25, %50-50, %25-75 ve %0-100 oranlarında karıştırmış ve bu yüzdelerle göre UF tutkalıyla %6-8-10 oranında karıştırarak 150-155 ⁰C sıcaklıkta ve 2,5-3 N/mm²'lik basınç şartlarında 4 dk'lık süreyle yonga levhalar üretmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde, yonga

levhaların eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk ve elastikiyet modülü değerleri TS EN standardına ve P₁ şartlarına uygun bir levhanın üretilebileceğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmanın amacı, iki farklı tutkal kullanılarak orta tabakada ve yüzey tabakalarında buğday sapı ve odun yongası kullanılmasının yonga levhaların fiziksel özellikleri (yoğunluk, kalınlık artışı) ile mekanik özellikleri (eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) üzerine etkisinin belirlenmesidir.



3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Odun yongası

Bu çalışmada kullanılan odun yongası Kastamonu Entegrenin Tarsus Yonga Levha Tesislerinden temin edilmiştir. Temin edilen yongalar 103 ± 2 °C lik etüvde kurutularak üretime hazır hale getirilmiştir. Bu odun yongaları genel olarak kızılçam ve kavak odunundan elde edilen yongalardan oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Üretimde kullanılan Odun Yongası

3.1.2. Buğday sapı

Bu çalışmada kullanılan buğday sapı Kahramanmaraş ilinin Dulkadiroğlu ilçesine bağlı Beşenli mahallesinden temin edilmiştir. Temin edilen buğday sapsarı 4 mm'lik manuel elekte yaklaşık 5 dk süreyle elenmiştir. Daha sonra 103 ± 2 °C lik etüvde kurutularak üretime hazır hale getirilmiştir.



Şekil 3.2. Kullanılan buğday sapsarı

3.1.3. Yapıştırıcı madde

Yonga levha üretiminde bağlayıcı olarak iki farklı tutkal kullanılmıştır. Üre formaldehit (ÜF) ve Polimerik Difenil Metan di İzosiyanat (PMDI) tutkalları kullanılmıştır.

3.1.4. Üre formaldehit (ÜF)

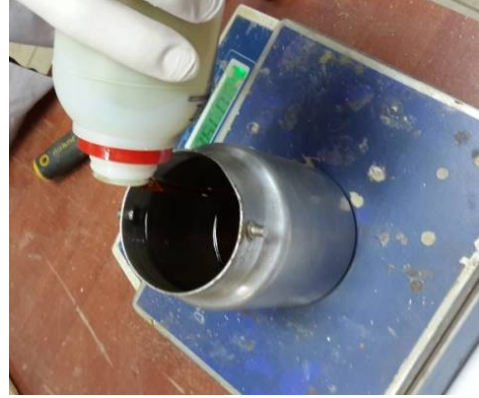
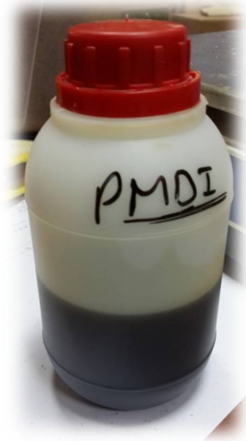
Yonga levha üretiminde bağlayıcı olarak ilk etapta Üre Formaldehit (ÜF) tutkalı kullanılmıştır. Üre Formaldehit (ÜF) tutkalı Tarsus Kastamonu Entegre tesislerinden temin edilmiştir. Çözeltileri Kastamonu entegre tarafından hazırlanmış olan Üre Formaldehit tutkalının levha üretimi için uygulamaları entegreden alınan bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Kullanılan Üre Formaldehit tutkalının özellikleri aşağıda gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Üre Formaldehit tutkalının özellikleri (Usta, 2001)

Özellikler	ÜF
Çözelti (%)	65+- 1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,27-1,29
PH (25 ⁰ C)	7,5-8,5
Viskozite Dın/cPs 25 ⁰ C	150-200
Jelleşme süresi (s, 100 ⁰ C)	25-30
Kullanma süresi (gün)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 ⁰ C)	20-30
Serbest CH ₂ O (max.) %	0,19

3.1.5. Polimerik difenil metan di izosiyanat (PMDI)

Yonga levhaların üretiminde bağlayıcı olarak ikinci etapta Polimerik Difenil Metan di İzosiyanat (PMDI) kullanılmıştır. PMDI tutkalı Mikrokim Kimya ve Makine Sanayi ve Ticaret LTD. ŞTİ. satın alma yoluyla temin edilmiştir. PMDI tutkalının levha için uygulamaları satın alınan şirket tarafından verilen bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Kullanılan PMDI tutkalının özellikleri aşağıdadır.



Şekil 3.3. Yonga levha üretiminde kullanılan PMDI tutkalı

Çizelge 3.2. PMDI tutkalının özellikleri

Görünüm	+39 °C'nin üzerinde sıvı halde 5 °C'nin altında katı veya pul görünümlü	Yapışkan sıvı
Renk	Beyaz ile açık sarı arası renkte sıvı	Kahverengi
Koku	Hafif küf kokulu	Hafif küf kokulu
Özgül ağırlık (EEC A3 yöntemi)	1,33 (20 °C'de) 1,20 (50 °C'de)	1,24 (20 °C'de)
Yapışkanlık	4,7 mPa s (50 °C'de) Katı ürünler için geçersiz	100 -2000 mPa s (25 °C'de)*
Buhar yoğunluğu	8,5 (hava = 1)	8,5 (hava = 1)
Buhar basıncı	yaklaşık 1x10 ⁻⁴ hPa (45 °C'de)	<1 x 10 ⁻⁵ hPa (25 °C'de)
Doymuş buhar Konsantrasyonu	1,5 mg/m ³ (45 °C'de hesaplanmış)	<0,15 mg/m ³ (25 °C'de hesaplanmış)
Suda çözünürlük	Suda çözünmez, CO ₂ teşekkülü ile reaksiyona girer	Suda çözünmez, CO ₂ teşekkülü ile reaksiyona girer
Kaynama noktası (EEC A42 yöntemi)	>300 °C (1013 hPa'da) ayrışır/polimerleşir	>300 °C (1011 hPa'da) ayrışır/polimerleşir
Donma/erime noktası	41 ± 2 °C	5°C;10°C'nin altında kristalleşir
Yanma noktası	>200°C (EEC A9 yöntemi)	>200°C
Otomatik ateşleme Sıcaklığı (EEC A15 yöntemi)	>600 °C	>600 °C
Patlama sınırları (üst ve alt)	Geçersiz	Geçersiz
Termal çözünme	>230 °C	>230 °C
Tehlikeli çözülme ürünleri	CO, CO ₂ , NO _x , HCN ve diğer toksik ürünler	
Tehlikeli reaksiyona girdiği Maddeler	Su, alkoller, aminler, asitler, bazlar	

3.1.6. Sertleştirici madde

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20'lik ticari adı Herter olan Kastamonu Entegre Tarsus yonga levha tesisinden temin edilen Amonyum Klorür çözeltisi kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Yonga levhanın üretimi

Doğal hava şartlarında kurutulmuş ve öğütülmüş olan buğday sapları önce 4 mm lik elek ile manüel olarak elenmiş ve daha sonra büyük olan parçalar çıkarılmıştır. 4mm lik elekten geçen buğday sapları 40 mesh (0,5 mm) lik elekte tekrar elenerek tozlarından ayrılmıştır. Buğday sapı (BS) ve odun yongaları (OY) KSÜ Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarı etüvlerinde 102 ± 3 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar kurutulmuş ve yonga levha üretimi için hazır hale getirilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Yonga levha üretiminde kullanılan yongaların etüvde kurutulması

Yonga levhaların üretimi için kullanılan tutkal oranı, tam kuru yonga ağırlığına oranının %5 ve %10'u olarak belirlenmiş ve üretim esnasında levhanın su almasını ve kalınlık artışı engelleyecek herhangi bir hidrofobik madde kullanılmamıştır. ÜF tutkalında kullanılan sertleştirici miktarı ise %65'lik çözeltisi için %1,5 oranında

belirlenmiştir. Karışım oranına göre ağırlıkları hesaplanan ve tartımları yapılan buğday sapları ve odun yongaları, yüzde oranlarına göre ağırlıkları belirlenen tutkal miktarları ile dört kaşıklı mikser makinesinde karıştırılarak tutkallanmıştır (Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Yonga levha üretiminde kullanılan yongaların tutkallanması

Şekil 3.6 levha taslağı için 50x55 cm ebatlarında ahşap bir çerçeve kullanılmıştır. Ayrıca ön sıkıştırma işlemi içinde aynı ebatlarda ahşap çerçeve kullanılmıştır. Hazırlanan levha taslağı pres alt sacına yerleştirilmeden önce altına yağlı pişirme kağıdı serilmiştir. Tutkallanan yongalar altına yağlı kağıt serilmiş taslak çerçeve içerisine homojen bir biçimde el ile serilerek sıkıştırılmıştır. Son olarak sıkıştırılmış levha taslağının üzerine yine pişirme kağıdı yerleştirilmiştir.



Şekil 3.6. Yonga levha üretiminde yongaların serilmesi ve levha taslağının oluşturulması

Tek tabakalı ve tabakalı olarak iki (2) farklı üretim reçetesi olarak hazırlanan levha taslağı daha sonra 60x60 cm tabla ölçümlerine sahip elektrikli sıcak pres makinesinde yaklaşık 6 dk presleme yapılmıştır. Pres sıcaklığı 195 °C pres basıncı 120 bar ve 90 çekişleme kuvvetiyle presleme işlemi yapılmıştır. 6 dk nın sonunda presten çıkartılan levhalar oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Levha taslağının preslenmesi ve üretilen levha

Bu çalışmada üretilen yonga levhaların üretim reçetesi çizelge 3.3' de gösterilmiştir. M5, M6, M13, M14 orta tabakasında odun yongası, M7, M8, M15, M16 ise orta tabakası buğday sapı kullanılarak üretilen yonga levhalar olduğu belirtilmiştir. Yonga ve tutkal oranına göre 4 gruba ayrılarak 0,65 gr/cm³ yoğunlukta 18 mm kalınlıkta üretilen deneme levhalarının hesaplanması aşağıdaki formülde verilmiştir. Ayrıca kullanılan tutkal ve yonga miktarları ve oranlarında tabloda verilmiştir. Kullanılacak yonga miktarı $d = \frac{m}{v}$ $m = d.v(L_k \cdot L_e \cdot L_b)$ formülünden hesaplanmıştır. Burada ; m = kütle (kullanılacak yonga miktarı) d= yoğunluk, L_k= levha kalınlığı, L_e= levha eni, L_b= levha boyu, (V= L_k . L_e . L_b)= hacim

Çizelge 3.3. Yonga levha üretim reçetesi

Levha Kodu	Tutkal türü ve oranı (%)		Tutkal miktarı (gr)	Yonga türü ve oranı (%)		Yonga miktarı (gr)		Tabaka sayısı ve yonga türü (BS, OY)
	ÜF	PMDI		OY	BS	OY	BS	
M ₁	5	0	139*	100	0	2,685	0	Tek tabakalı OY
M ₂	10	0	265*	100	0	2,685	0	Tek tabakalı OY
M ₃	5	0	139*	0	100	0	2,264	Tek tabakalı BS
M ₄	10	0	265*	0	100	0	2,264	Tek tabakalı BS
M ₅	5	0	140*	67	33	1,867	920	Dış tabaka BS Orta tabaka OY Dış tabaka BS
M ₆	10	0	266*	67	33	1,782	878	Dış tabaka BS Orta tabaka OY Dış tabaka BS
M ₇	5	0	140*	33	67	878	1,782	Dış tabaka OY Orta tabaka BS Dış tabaka OY
M ₈	10	0	266*	33	67	878	1,782	Dış tabaka OY Orta tabaka BS Dış tabaka OY
M ₉	0	5	139	100	0	2,803	0	Tek tabakalı OY
M ₁₀	0	10	265	100	0	2,679	0	Tek tabakalı OY
M ₁₁	0	5	139	0	100	0	2,948	Tek tabakalı BS
M ₁₂	0	10	265	0	100	0	2,687	Tek tabakalı BS
M ₁₃	0	5	140	67	33	1,879	920	Dış tabaka BS Orta tabaka OY Dış tabaka BS
M ₁₄	0	10	315	67	33	1,908	945	Dış tabaka BS Orta tabaka OY Dış tabaka BS
M ₁₅	0	5	140	33	67	948	1,883	Dış tabaka OY Orta tabaka BS Dış tabaka OY
M ₁₆	0	10	315	33	67	965	1,918	Dış tabaka OY Orta tabaka BS Dış tabaka OY

*: hesaplanan üre formaldehit tutkalı (%55)'lik kuru tutkal üzerinden hesaplanmıştır.

Çizelge 3.4. Deneme levhalarının üretim şartları

Pres sıcaklığı ⁰ C	200 ⁰ C
Pres basıncı (N/mm ²)	120 bar
Pres zamanı (dakika)	6 dk
Levha boyutu (cm)	50x55
Kalınlık (mm)	18 mm
Üretilen levha adeti	16
Levha yoğunluğu	0,65 gr/cm ³

3.2.2. Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini

3.2.2.1. Fiziksel özelliklerin tayini

Yoğunluğun belirlenmesi

EN 323/1’de belirtilen esaslara göre; EN 323/1’e göre deney numuneleri 50x50 mm boyutlarında her bir levhadan 5’er adet olmak üzere tüm gruplardan örnekler alınmıştır. Deney numunelerinin kesimi EN 323’e göre yapılmıştır. 50x50 mm boyutlarında kesilen numuneler hassas terazide tartılmıştır. Boyutları $\pm 0,01$ duyarlıdaki kumpasla ölçülmüştür. Aşağıdaki şekilde yonga levhanın yoğunluk tayini görülmektedir.



Şekil 3.8. Yoğunluk değerleri ölçümü

Buna göre yoğunluk $d = \frac{m}{v}$ eşitliğinden hesaplanmıştır. d= yoğunluk (gr/cm³), m= deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr), v= deney örneğinin tam kuru hacmi (cm³).

Kalınlık artış miktarının belirlenmesi

Kalınlık artış miktarı EN 317’de belirtilen esaslardan yararlanılarak yapılmıştır. Bu esaslara göre belirtilen numuneler her bir levhadan 5 adet alınarak standartlara uygun şekilde 4 köşesi ve orta noktasından işaretlenerek mikrometre cihazı ile ölçülmüştür. Ölçümü yapılan numuneler saf su içerisine bir birine tabana ve kenarlara değmeyecek

şekilde ve üst kısmı 25 ± 5 mm su örtecek şekilde su dolu kaba bırakılmıştır. Suya bırakılan numuneler 2 saat sonra sudan çıkartılarak belirlenen 5 noktadan ölçüm yapılmış ve tekrar suya bırakılmıştır. 24 saat sonra yine örnekler sudan çıkarılmış ve belirtilen 5 noktadan ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca ağırlıkları da ölçülmüştür. Her numune için kalınlık artış yüzdesi 2. Saat ve 24. Saat için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Yine her bir örneğin 2. ve 24. Saatin sonundaki ağırlık artışları yüzdesi de hesaplanmıştır. Aşağıdaki şekilde yonga levhaların kalınlık artış miktarları tayini görülmektedir.



Şekil 3.9. Kalınlık artış miktarı deneyi yapımı

Buna göre kalınlık artışı $Ma = \frac{My - Mk}{Mk} \times 100$ Eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada:

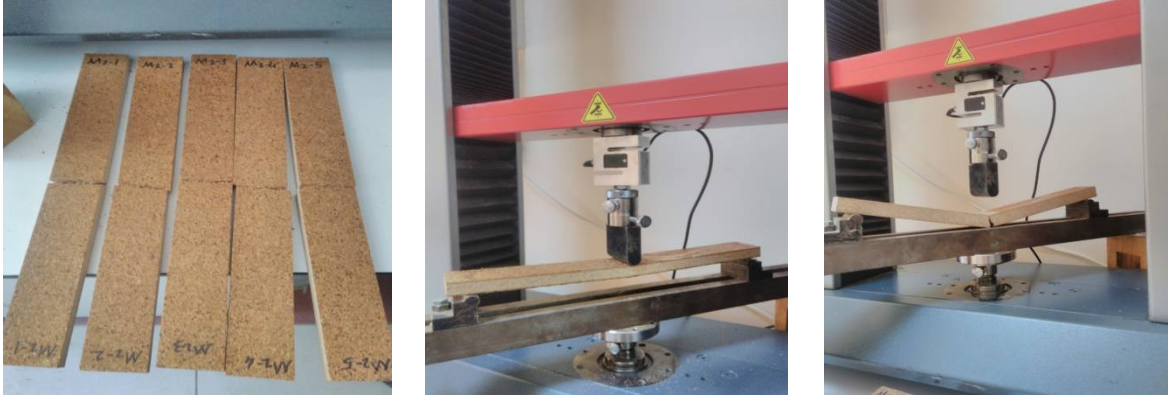
Ma= Deney örneklerinin kalınlık artışı (%), My= Deney örneklerinin yaş haldeki kalınlığı (gr), Mk= Deney örneklerinin tam kuru haldeki kalınlığı (gr)

3.2.2.2. Mekanik özelliklerin tayini

Yonga levhalar mekanik zorlamalara karşı yeterli direnç ve elastikiyete sahip olmalıdır. EN 310 standardına göre üretilen yonga levhaların mekanik özelliklerini belirlemek için aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

Eğilme direncinin belirlenmesi

Eğilme direnci deneyleri EN 310'a göre yapılmıştır. Deney parçaları dikdörtgen biçiminde 50 mm genişliğinde olup, uzunluğu ise 400 mm olarak kesilmiştir. Kesilen örneklerin kalınlık ve genişliği ölçülmüştür. Eğilme direnci testi Zwick marka makinede yapılmıştır. Her bir örnek için ayrı ayrı eğilme direnci hesaplanmış ve grafiği oluşturulmuştur.



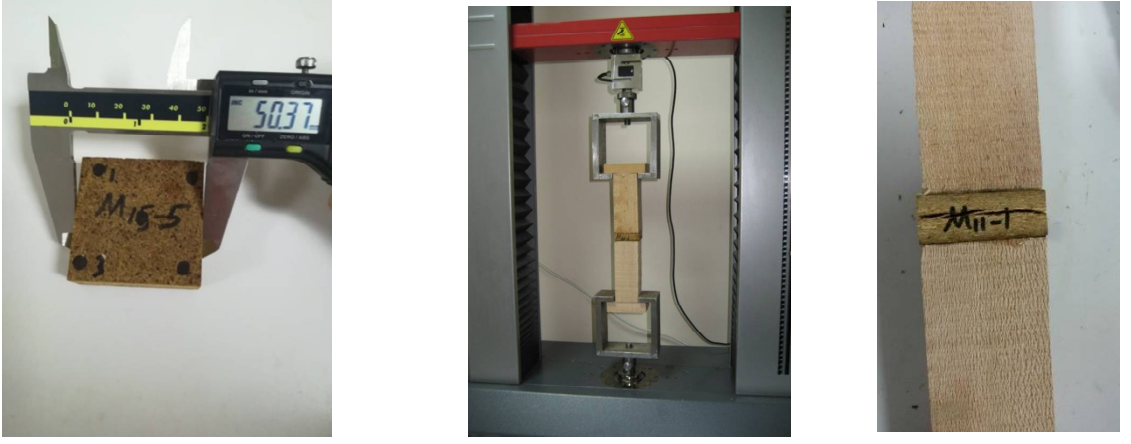
Şekil 3.10. Eğilme direnci testi

Eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi

EN 310'a göre eğilmede elastikiyet modülü belirlenmiştir. Eğilme direncindeki aynı örnekler üzerinden eğilme direnci testi yapılırken makine tarafından ölçüm yapılmıştır.

Yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi

Yüzeye dik çekme deneyleri EN 319'a göre Zwick marka makine ile yapılmıştır. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi EN 319'a uygun yapılmış olup, kenar uzunlukları 50 ± 1 mm olan kare şeklinde, kenarları dik, uçları düzgün ve yüzeyleri temiz olarak kesilmiştir. Kesilen her bir örneğin boyutları 0.01 duyarlıktaki kumpas ile ölçülmüştür. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra standarda uygun şekilde hazırlanmış olan numune kayın odunundan hazırlanmış çekme aparatlarına Autokit tutkalı ile yapıştırılmıştır. Yapıştırılan örnekler tamamen yapışmanın gerçekleşmesi için 5-8 dk bekletilmiştir. Ayrıca yapışma anında üzerine basınç uygulanmıştır. Tamamen yapışmanın gerçekleşmesinden sonra numune deney makinesinin kavramam çenelerine yerleştirilmiştir. Deney parçaları yüzeye dik yönde kırılma meydana gelinceye kadar, uniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik çekme dayanımı test edilmiştir. Deney parçasının kapmasını sağlayan kuvvet %1 hassasiyetle ölçüm yapan makine tarafından otomatik kaydedilmiştir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı ile yüzeye dik çekme direnci hesaplanmıştır. Hesap yapılan denklem aşağıda verilmiştir. Ayrıca şekilde çekme testi görülmektedir.



Şekil 3.11. Çekme Testi

Buna göre deney numunelerinin yüzeye dik çekme direnci değerleri; $Y_{dc} = P_{mak}/A$ Eşitliğinden hesaplanmıştır burada; Y_{dc} : yüzeye dik çekme direnci (N/mm^2), P_{mak} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N), A: Örneğin enine kesit alanı (mm^2)

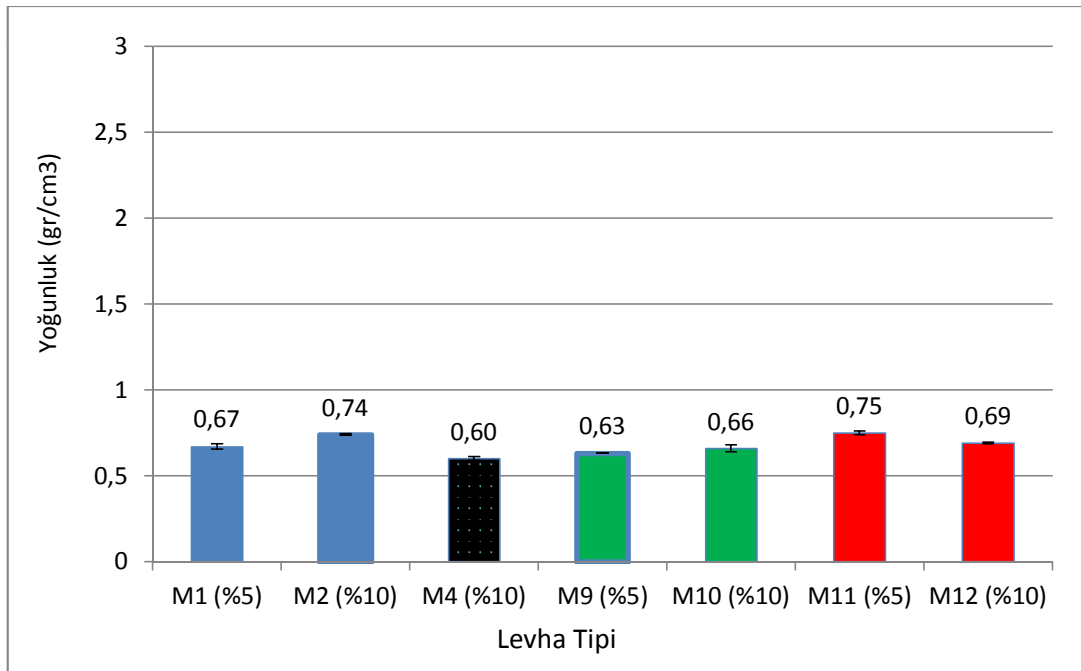
4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada üre formaldehit (ÜF) ve polimerik difenil metan di izosiyanat (PMDI) kullanılarak üretilen yonga levhaların fiziksel (yoğunluk ve kalınlık artışı) ve mekanik özellikler (eğilme ve yüzeye dik çekme direnci) üzerine tabakalar arasında odun yongası ve buğday sapı unlarının kullanılmasının etkisi belirlenmiştir.

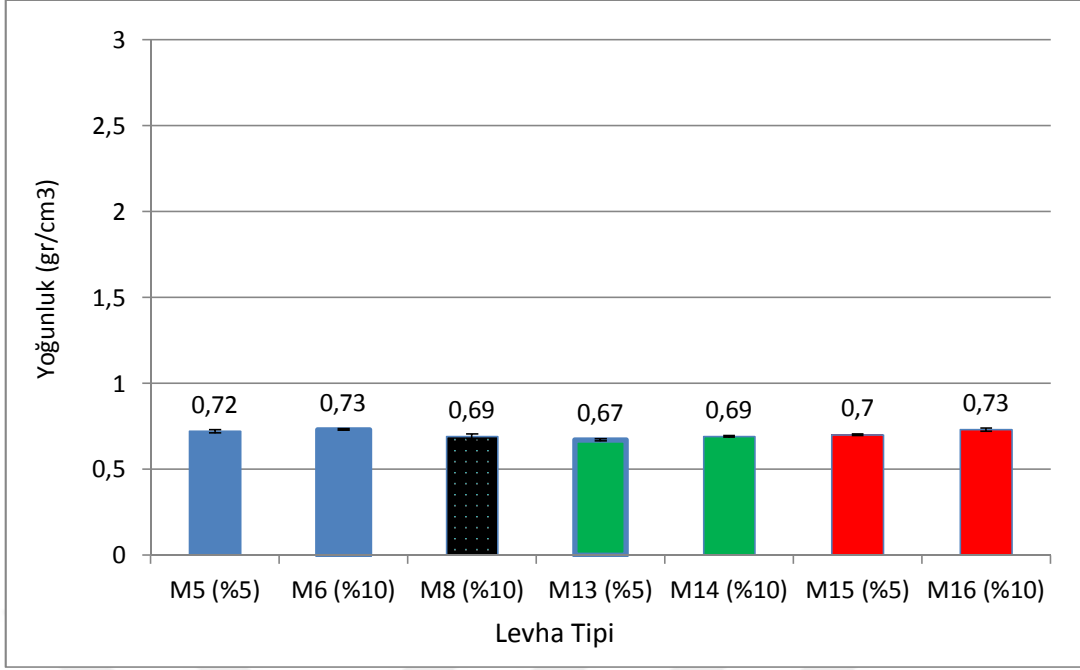
4.1. Üretilen Yonga Levhaların Fiziksel Özellikleri

Yoğunluk verileri

ÜF ve PMDI tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların yoğunluk değerleri çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Tek tabakalı üretilen levhaların yoğunluk verileri

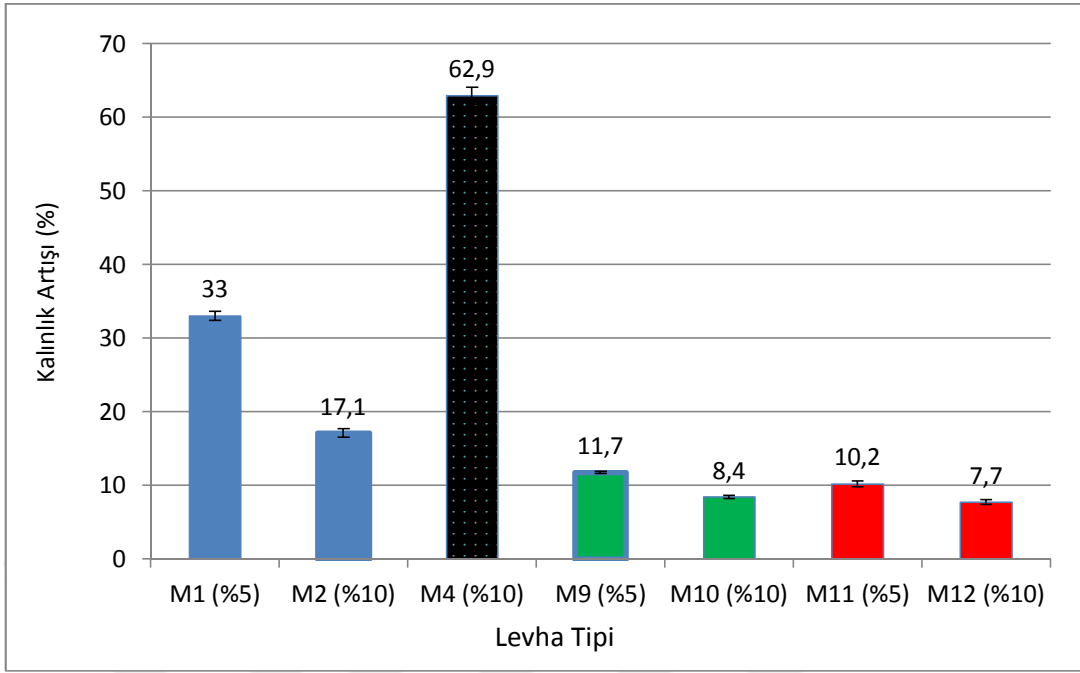


Şekil 4.2. Tabakalı olarak üretilen levhaların yoğunluk verileri

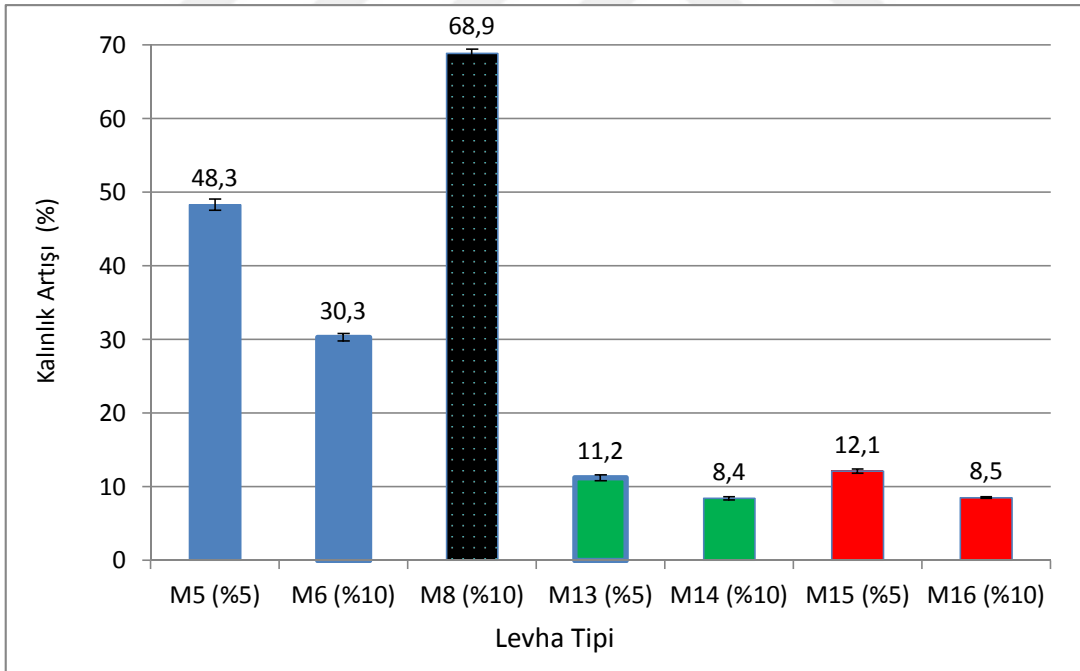
Çizelgeler incelendiğinde yoğunluk değerleri arasında $0,60 \text{ gr/cm}^3$ ile en düşük yoğunluk değerine sahip olan levhanın %10 Üre formaldehit tutkalı ve %100 buğday sapı kullanılarak üretilen levha (M4) olduğu görülmektedir. En yüksek yoğunluk değeri ise $0,75 \text{ gr/cm}^3$ ile %5 PMDI tutkalı ve %100 buğday sapı kullanılarak üretilen levha (M11) olduğu görülmektedir. Ayrıca M3 ve M7 levhaları orta tabaka sertleşmediği için üretilenmemiştir. Üretilen yonga levhaların yoğunluk değerleri hedeflenen yoğunluk değerlerine yakın olduğu görülmektedir.

Kalınlık artış verileri

Farklı deney grubu levhaların tutkal türüne göre değişen 70 adet test örneğinin 24 saat suda bekletildikten sonraki kalınlık artış ve ortalamaları çizelge 4.3 ve çizelge 4.4 de verilmiştir.



Şekil 4.3. Tek tabakalı üretilen yonga levhaların kalınlığına şişme değerleri



Şekil 4.4. Tabakalı olarak üretilen yonga levhaların kalınlığına şişme değerleri

Çizelgelerdeki kalınlık artışları incelendiğinde; %10 üre formaldehit tutkalı ve orta tabakası buğday sapı kullanılarak üretilen levhanın en yüksek kalınlığa şişme değerinin ortalama % 68,9 ile M8 olduğu görülmüştür. % 10 PMDI tutkalı ve %100 buğday sapı

kullanılarak üretilen levhanın en düşük kalınlığa şişme değerinin ortalama %7,7 ile M12 olduğu tespit edilmiştir. Bektaş ve arkadaşları (2005) tarafından yapılan çalışmada ayçiçeği sapı yongası ve ÜF tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda kalınlığına şişme değerinin % 25,5 olduğu gösterilmiştir. Papadopoulos ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmada ise hindistan cevizi yongaları ve %8 izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen tek tabakalı yonga levhalarda kalınlığına şişme değerlerinin yüksek çıktığı gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Üretilen yonga levhaların 2. ve 24. saat sonunda elde edilen kalınlık artışı değerleri

Süre saat	M1	M2	M4	M5	M6	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
2	29,7	12,9	51,1	41,3	24,9	61,1	4,2	5,1	2,3	1,4	3,2	2,3	4,1	2,4
24	33,0	17,1	62,9	48,3	30,3	68,9	11,7	8,4	10,2	7,7	11,2	8,4	12,1	8,5

Çizelgede ki kalınlık artış değerleri incelendiğinde; belirtilen saatlerde yapılan ölçümlerde M9 ve M16 arasındaki gruplardaki levhalardan alınan örneklerin en düşük kalınlık artışına sahip olduğu görülmüştür. Usta (2011) tarafından yapılan çalışmada çay bitkisi atıkları ve kızılçam yongalarının belirli oranlarda karıştırılarak ve % 8-10-12 oranlarında ÜF, MF, ÜF/MF tutkalları ile üretilen yonga levhalarda kalınlık artışı değerlerini TS EN 317 standardının altında kaldığı gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Üre formaldehit tutkalı kullanılarak Üretilen yonga levhaların su alma değerleri

Su alma						
Süre saat	M1	M2	M4	M5	M6	M8
2	100,8	51,2	129,3	110,6	79,4	128,8
24	111,9	78,2	160,3	125,1	94,5	141,3

Çizelge 4.3. PMDI tutkalı kullanılarak Üretilen yonga levhaların su alma değerleri

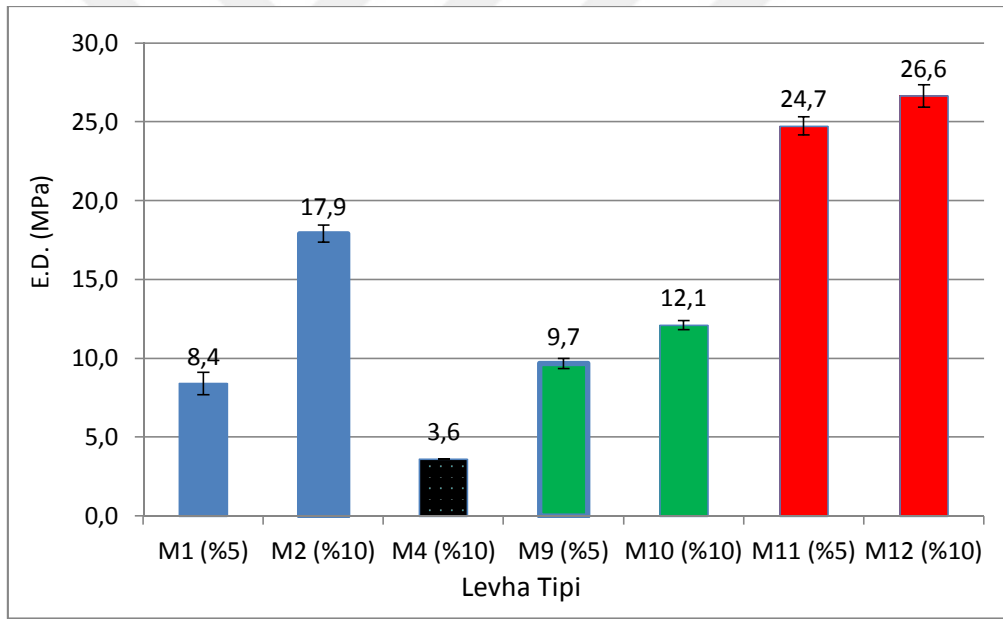
Su alma								
Süre saat	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15	M16
2	9,2	6,8	7,8	6,5	7,6	6,2	9,9	6,8
24	26,6	18,8	25,1	20,9	25,0	18,9	43,0	29,3

Yukarıdaki çizelgeler incelendiğinde PMDI ile üretilen levhaların (M9-M16) 2 ve 24. saat sonunda yapılan ölçümlerde bünyelerine daha az miktarda su aldığı görülmektedir. 2013 yılında Topbaşlı, muz kabuğu atıklarından ürettiği orta yoğunluklu yonga levhaların kalınlığına şişme değerlerinin %17,7 ile %44,8 arasında olduğunu, usta 2011’de çay bitkisi atıklarından ürettiği düşük yoğunluğa sahip levhaların kalınlığına şişme değerinin ise %17 ile % 34,8 arasında olduğunu belirlemiştir. Bu değerlere göre PMDI tutkalı, odun yongası ve buğday sapı kullanılarak üretilen levhaların kalınlığına şişme değerlerinin muz kabuğu atıkları ve çay bitkisi atıklarından üretilen levhalardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.2. Üretilen Yonga Levhaların Mekanik Özellikleri

Eğilme direnci

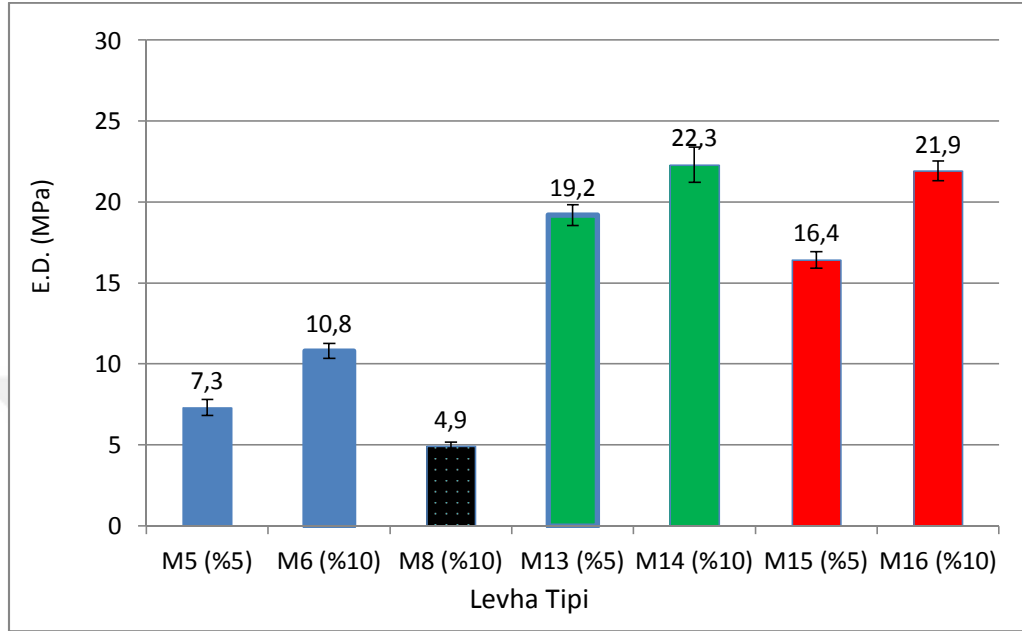
Eğilme direnci deneyi sonucunda levha gruplarından elde edilen ve tutkal türüne ve oranına göre eğilme direnç verileri sırası ile aşağıda verilmiştir.



Şekil 4.5. Tek tabakalı üretilen levhaların eğilme direnci değerleri

Test sonuçları incelendiğinde, en yüksek eğilme direncinin tek tabakalı üretilen levhalar arasında M12 (26,6 MPa) levhalarda, en düşük eğilme direncinin (3,6 MPa) ile M4 grubu levhalar olduğu belirlenmiştir. Güler ve Özen (2006) tarafından yapılan çalışmada pamuk sapsarı ve her tabakada farklı oranlarda ÜF ve FF tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda FF ile üretilen levhaların en yüksek eğilme direnci değerinin 17,95 MPa, ÜF ile üretilen levhaların ise 3,31-16,79 MPa arasında olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak FF ile üretilen levhaların eğilme direnci değerlerinin ÜF ile üretilen levhalara göre

daha yüksek çıktığı gösterilmiştir. Alma ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise pamuk karpeli ve %9-11 oranında ÜF kullanılarak üretilen üç tabakalı levhalardan eğilme direnci değerlerinin yoğunluğun düşmesine paralel olarak düştüğü gösterilmiştir.



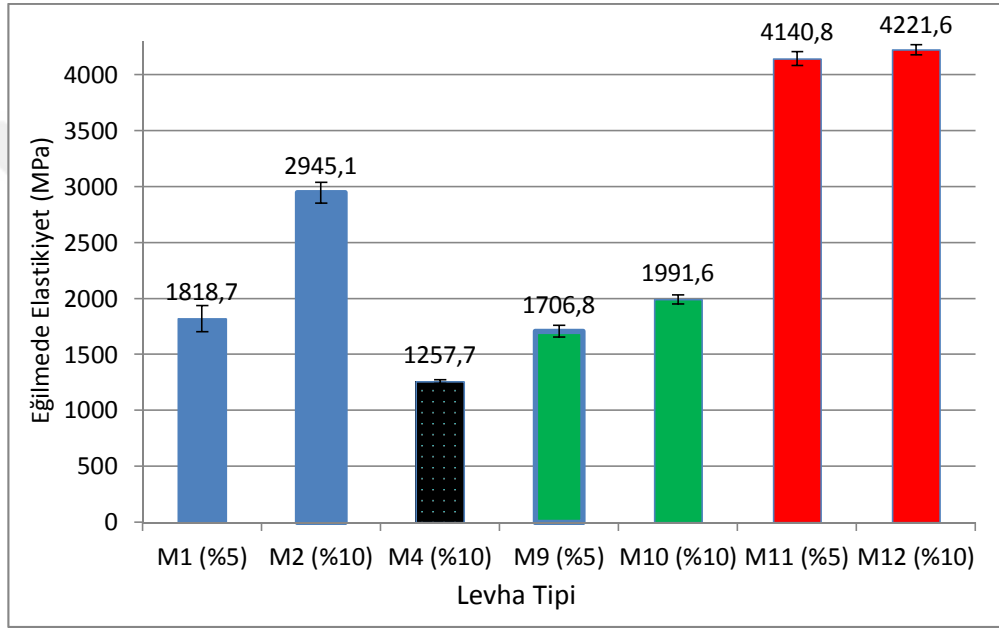
Şekil 4.6. Tabakalı olarak üretilen levhaların eğilme direnci değerleri

Çizelgeler incelendiğinde, tabakalı olarak üretilen levhalarda en yüksek eğilme direncinin %10 PMDI tutkalı ve orta tabakası OY kullanılarak üretilen levhalardan M14 (22,3 MPa), en düşük eğilme direncinin ise %10 ÜF tutkalı ve orta tabakası BS olarak üretilen (4,9 MPa) M8 grubu levhalar olduğu belirlenmiştir. Hem tek tabaka hem de tabakalı üretilen yonga levhaların eğilme direnci değerlerinin tutkal miktarı oranının artırılmasıyla öncelikle bir artış olduğu daha sonra ise tabakalarda kullanılan yonga türü ve tutkal miktarının artması ile levhaların eğilme direnci değerlerinde bir artış olduğu belirlenmiştir. TS EN standartları ile karşılaştırıldıklarında ÜF esaslı levhaların eğilme direnç değerlerinde sadece M2 levhasının standardın üzerinde olduğu diğer levhaların standartların altında kaldığı, PMDI esaslı levhalardan ise M9 (9,6 MPa)'un eğilme direnç değeri ile standartların altında kalırken, diğer levhalar standardın üzerine çıkarak standartlardan daha iyi değerler verdiği gösterilmiştir. Grigoriou (2001) tarafından yapılan çalışmada farklı oranlarda odun yongası ve buğday sapı ve %10 ÜF, %8 PMDI ve %10 ÜF/PMDI tutkalları kullanılarak üretilen levhalarda eğilme direnci değerlerini 11,58-32,66 MPa olarak ölçülmüştür. Sadece PMDI ve ya ÜF/PMDI karıştırılarak üretilen levhaların ÜF ile üretilen levhalardan daha yüksek eğilme direnç değerleri verdiği gösterilmiştir.

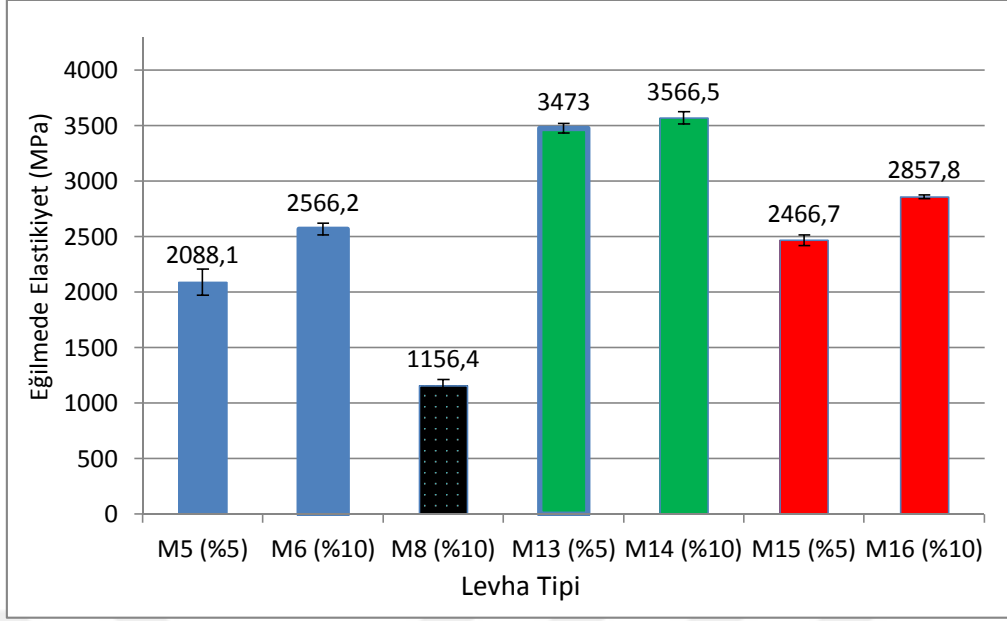
Mantanis ve arkadaşları (2000) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise buğday sapı ve pirinç sapı bitkisel atıkları ve ÜF tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhalarda pirinç saplarından üretilen levhaların eğilme direnci değerlerinin 21 N/mm^2 , buğday saplarından üretilen levhaların eğilme dirençlerinin ise 20 N/mm^2 olduğu gösterilmiştir.

Elastikiyet modülü

EN 310 Standardına göre yapılan elastikiyet modülü değerleri eğilme testi yapan makine tarafından otomatik olarak ölçülmüştür. Değerler tablo 4.10 ve tablo 4.11’de verilmiştir.



Şekil 4.7. Tek tabakalı olarak üretilen levhaların eğilmede elastikiyet değerleri

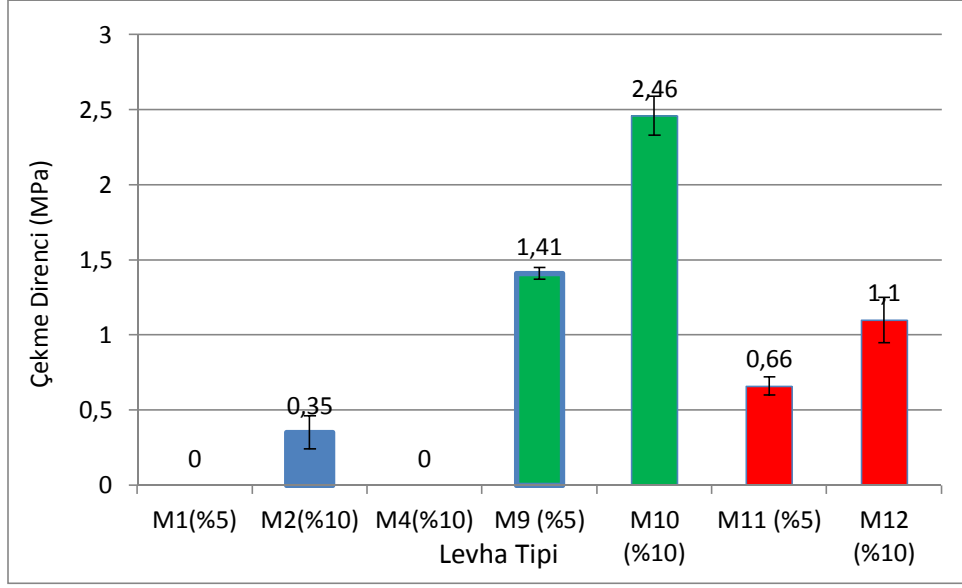


Şekil 4.8. Tabakalı olarak üretilen levhaların eğilmede elastikiyet değerleri

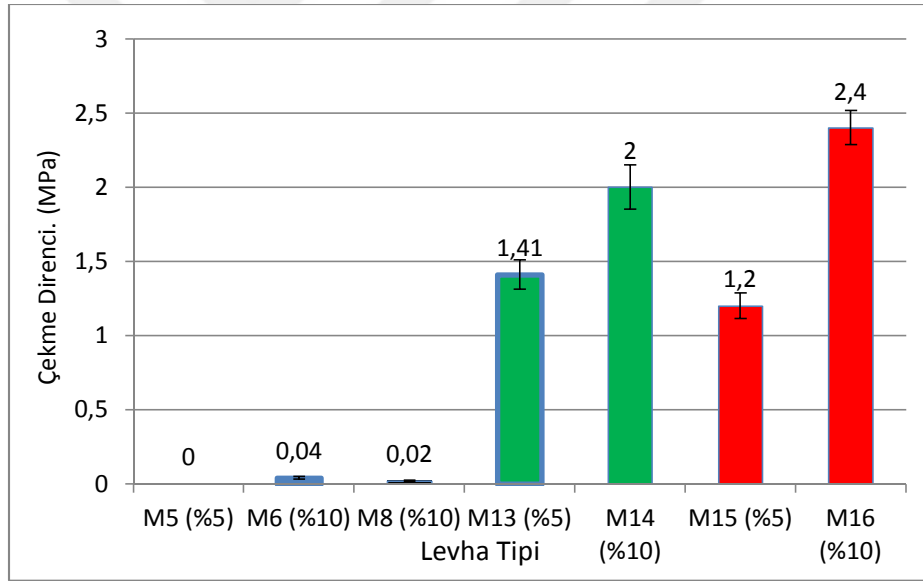
Test sonuçları incelendiğinde, en yüksek eğilmede elastikiyet modülünün M12 (4221,6 MPa)'de en düşük eğilmede elastikiyet modülü değerinin ise (1156,4 MPa) M8 grubu levhalar olduğu belirlenmiştir. Eğilmede elastikiyet modülü değerleri kullanılan yonga türü, tabakalarda kullanılan yonga oranı, tutkal türü ve tutkal miktarının artışı ile farklılık göstermiştir. PMDI esaslı levhalarda daha yüksek eğilmede elastikiyet modülü değeri çıkarken ÜF esaslı levhalarda daha düşük eğilmede elastikiyet değerleri ölçülmüştür. Ayrıca tek tabakalı üretilen levhalarda daha yüksek eğilmede elastikiyet modülü değerleri çıktığı görülmüştür. TS EN standartları ile karşılaştırıldıklarında ÜF esaslı levhalardan M4 ve M8 levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin standardın altında kaldığı ancak üretilen diğer levhaların TS EN standartlarını üzerinde olduğu görülmüştür. Usta (2011) tarafından yapılan bir çalışmada çay bitkisi atıklarının kızıl çam yongaları ile %100, %75-25, %50-50, %25-75 oranlarında karıştırarak tutkal olarak ise ÜF, MF, ÜF/MF tutkalları ile %8-10-12 oranlarında karıştırarak yonga levhalar üretmiştir. Yapılan testler sonucunda eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin TS EN 317 standardının altında kaldığı bildirilmiştir.

Yüzeye dik çekme verileri

Farklı deney grubu levhalarının yüzeye dik çekme direnci verileri çizelge 4.12 ve 4.13 de gösterilmiştir.



Şekil 4.9. Tek tabakalı olarak üretilen levhaların çekme direnci değerleri



Şekil 4.10. Tabakalı olarak üretilen levhaların çekme direnci değerleri.

Test sonuçları incelendiğinde, en yüksek yüzeye dik çekme direncinin (2,46 MPa) M10, en düşük yüzeye dik çekme direncinin ise ÜF esaslı levhalarda olduğu görülmüştür. ÜF esaslı levhaların bazılarında (M1, M4, M5) çekme testi sonuçları 0,1 MPa'nın altında kaldığı için herhangi bir değer alınamamıştır. Tutkal miktarının artması ve tutkal türünün değişmesi ile levhaların yüzeye dik çekme dirençleri artış göstermiştir. Ayrıca tutkal türü ve miktarı ile tabakalarda kullanılan yonga türü ve oranı çekme direnci değerlerini etkilemiştir. TS EN standartları ile karşılaştırıldığında ÜF esaslı levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri standartların altında kalırken, PMDI esaslı levhalar yüzeye dik

çekme direnci değerlerinin standardın üzerinde olduğu belirlenmiştir. Grigoriou (2001) tarafından yapılan çalışmada PMDI veya ÜF/PMDI karıştırılarak üretilen levhaların ÜF ile üretilen levhalardan daha yüksek yüzeye dik çekme direnç değerleri verdiği gösterilmiştir. Bununla beraber Wu (2001) tarafından yapılan çalışmada ise şeker kamışı sapından ve PMDI tutkalı kullanılarak üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerinin 1,63-2,70 MPa olduğu ölçülmüş ve PMDI ile üretilen levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerinin yüksek çıktığı gösterilmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, iki farklı tutkal ve farklı tabakalarda farklı yongalar (odun yongası ve buğday sapı) kullanılarak $0,65 \text{ gr/cm}^3$ yoğunluklu levhalar üretilmiştir. Üretilen levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenerek standartlara uygunluğu incelenmiştir.

Bu çalışmada, yonga levhalarda kullanılan tutkal türü ve miktarının ayrıca yonga türü ve miktarının kalınlığına şişme değerlerini etkilediği tutkal türü bakımından en az kalınlığına şişme değerlerinin %10 PMDI tutkalı kullanılarak üretilen levhalar olduğu, yonga türü bakımından ise; buğday sapı oranı fazla olan yonga levhalarda kalınlığına şişme değerlerinin daha az olduğu görülmektedir. Üretilen tüm levhalara bakıldığında üretilen levhaların %17,171 ile %68,947 arasında değişen kalınlığına şişme değerlerine sahip olduğu ve TS standartlarına uygun olmadığı belirlenmiştir. Ancak PMDI tutkalı ile üretilen levhaların %7,781 ile %12,153 arasında değişen kalınlığına şişme değerlerine sahip olduğu ve TS standartlarına uygun olduğu belirtilmiştir.

TS EN 312 ye göre kuru şartlarda genel amaçlı kullanılacak levhaların eğilme direnci minimum değeri (P1) $11,5 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhalarda (P2) 13 N/mm^2 , nemli şartlarda yük taşıyacak levhalarda (P4) 15 N/mm^2 , nemli şartlarda yük taşıyıcı levhalarda (P5) 16 N/mm^2 kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) 18 N/mm^2 ve nemli şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) 20 N/mm^2 'dir. Bu tez çalışmasında üretilen levhalarda kullanılan tutkal türü ve oranı, hammadde türü ve kullanıldığı tabakanın eğilme direncini etkilediği görülmüştür. Tutkal türü ve oranı bakımından en yüksek değerleri %10 PMDI tutkalı kullanılarak üretilen levhalar vermiştir. Hammadde türü olarak ta buğday saplarının kullanım oranı arttıkça levhaların eğilme direnci değerlerinde artışlar olduğu görülmüştür. Üretilen levhaların TS standartlarını sağlamadığı, PMDI ile üretilen levhalardan ise M9'un dışında M10, M11, M12, M13, M14, M15 ve M16 levhalarının TS standartlarını sağladığı ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

TS EN 312-2 standartlarına göre kuru şartlarda genel amaçlı levhalar için yüzeye dik çekme direnci minimum değeri (P1) $0,24 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda içi uygulamalarda kullanılan levhalarda minimum değer (P2) $0,35 \text{ N/mm}^2$, nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda (P3) $0,45 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P4) $0,35 \text{ N/mm}^2$, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P5) $0,45 \text{ N/mm}^2$, kuru şartlarda kullanılan ve ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) $0,50 \text{ N/mm}^2$ ve nemli şartlarda ağır

yük taşıyıcı olarak kullanılan levhalarda (P7) 0,70 N/mm²'dir. Bu tez çalışmasında yapılan araştırmaya göre tutkal türünü ve miktarının çekme direnci değerlerini etkilediği görülmüştür. Tutkal türü bakımından; üre formaldehit ile üretilen levhaların çekme direnci değerlerinin sadece M2 grubunun 0,35 N/mm² ile standartları sağladığı, PMDI ile üretilen levhaların çekme direnci değerli ise 0,66 N/mm² ile 2,46 N/mm² arasında olduğu ve TS standartlarının üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

TS EN 312-3 standardına göre kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhalar için eğilmede elastikiyet modülü değeri (P2) 1600 N/mm², nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda (P3) 1950 N/mm², kuru şartlarda yük taşıyıcı levhalarda (P4) 2300 N/mm², nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P5) 2400 N/mm², kuru şartlarda kullanılan ve ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) 3000 N/mm² ve nemli şartlarda ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) 3100 N/mm²'dir. Bu tez çalışması sonuçlarına göre üretilen levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine en düşük M4, M6 ve M8 levhalarının sahip olduğu ve bu levhaların TS standartlarını sağlamadığı, diğer bütün levhalarda en düşük değerin 1706,88 N/mm² en yüksek değer ise 4221,69 N/mm² olduğu ve TS standartlarının sağladığı ve Bazı levha gruplarında standartların da üstünde olduğu gözlemlenmiştir.

Genel olarak sonuçlar incelendiğinde, PMDI ile üretilen levhaların yüzeye dik çekme değerlerinin 312-2, eğilme direnci değerlerinin M9'un dışında kalan levhaların TS EN 312 standartlarına uygun olduğu ve kalınlığına şişme değerinin TS EN 312-6 standartlarına uygun olduğu ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin TS EN 312-3 standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Yıllık bitki atıkları kullanılarak üretilen yonga levhalarda odun yongaları ve buğday saplarının birlikte karıştırılarak üretilmesi önerilebilir. Yapıştırıcı olarak kullanılan PMDI içerisine ÜF ve MF tutkalının karıştırılarak kullanılması önerilebilir. Son olarak yonga levha üretiminde buğday saplarının yerine farklı yıllık bitki atıkları da kullanılması önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Akbulut T., 1995. Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yonga levhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi. Fen bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 132s.
- Akbulut, T. 2000. Yonga Levha Endüstrisi. Laminant Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarımı Dergisi. 7.119-122.
- Akbulut, T., 1991. ORÜS Vezirköprü Yonga levha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul. 134s.
- Akyıldız M.H., 2003. Türkiyede Yonga levha ve Lif Levha Endüstrisinin Yapısı ve Sorunları, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 146s.
- Alma M.H., Kalaycıoğlu H., Bektaş İ., Tutuş A., 2004. properties of Colton Carpel Based Particleboard, İndustrial Cropsand Products, sayı 32. s.141-149.
- Alma M.H., 1999. Ligninin Materyallerde Değerlendirilmesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi.
- Arslan M.B. ve ark, 2007. Tarımsal Atıklardan Lif ve Yonga levha Üretimi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi Sayı:12 Cilt:9.
- Arslan M.B., 2008. Orman ve Tarımsal Atıklardan Üretilen Kompozit Levhalarda Yüze Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 100s.
- Ashori A. ve Nourbakhsh A., 2008. Effect of Press Cycle and Resi Content on Physical and Mechanical Underutilized Low- Quality Materials, Industrial Crops And Products, 28: s.225-230.
- Atar İ., 2012. Sertleştirici Türü, Üre kullanımı ve Depolama süresinin Yonga levhanın Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. Karadeniz Teknik üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 148s.
- Aydın A., 2005. Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) İbrelerinin Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi İmkanları. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 120s.

- Baharoğlu M., 2010. Ağaç Türü Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Őeklinin Yonga levhanın Fiziksel ve Mekanik zellikleri zerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 155 s.
- Başyigit C. ve arkadaşları, 2000. Yonga levha retiminde Kullanılan Hammaddeler ve Ahşap Atıklarının Bu Amaçla kullanılması. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi. 4:1, 24:31.
- Bektaş İ., Güler C., Kalaycıoğlu H., Mengeloğlu F., Nacar, 2005. The Manufacture of Particleboards Using Sunflower Stalks (*heliantus annus l.*) and Poplar Wood (*Populus alba l.*) Journal of Composite Materials 39: s.467-473.
- Bektaş İ., Güler C., Kalaycıoğlu H., 2002. Ayçiçeği (*Helianthus annuus l.*) Saplarından re-Formaldehit Tutkalı ile Yonga levha retimi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Dergisi. 5(2):49-55.
- Bozkurt A.Y., Göker Y., 1990. Yonga levha Endüstrisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul. Sayı.3311. s.372, 263.
- Bozkurt Y., Göker Y., 1985. Yonga levha Endüstrisi Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları. İstanbul. Sayı.3311.
- Budurlu E., 1994. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha retim Kullanım Teknolojisi, Bizim Büro Basımevi. Ankara. 322s.
- akmak E., 2008. Bazı Kimyasallarla Emprenye Edilmiş Yonga levhaların Yanma Direncinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Karabük Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Karabük. 73s.
- etin N.S., zmen N., 2002. Studies on Lignin – Based Adhesive for Particleboards Panels. Türk J. Agric For 27. s.183-189.
- olak S., 2003. Sentetik Fenolik Tutkallara Alternatif Olarak Tanenli Yapıştırıcılar. Kafkas Üniversitesi. Artvin Orman Fakültesi Dergisi. 1-2, 76-82.
- pr Y., Güler C., Akgl M., Taşcıoğlu C., 2007. Some Chemical Properties of Hazelnut Haskand is Suitability For Particleboard Production, Building and Enveronment. sayı.42. s.2568-1572.

- DAS, S., Michael J., Malmberg M., Frazier C., 2007. Cure Chemistry Of Wood/Polymeric Isocyanate (PMDI) Bonds; Effect Of Wood Specirs, International Journal of Adhesion & Adhesives. Sayı.27. s.250-257.
- Dayanıklıoğlu 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. İstanbul. 150s.
- Demirel S., 2006. Özgül Ağırlık profili ile Yonga levhanın Bazı Teknik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 155s.
- Demirkır C., 2006. Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık ve Atık Materyallerin Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 97s.
- Dörty, K.L., 2004. Avrupa Ahşap Esaslı Panel Sempozyumu, Hanover.
- Ekizoğlu A., 1986. Türkiye’de Yonga levha Endüstrisi Sorunları ve Çözüm Yolları. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi. Ormancılık Politikası birimi.
- Fidan M.S. ve ark., 2010. Orman Ürünleri Sanayinde Sentetik Tutkallara Alternatif Olarak Doğal Tutkalların Kullanılması. III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi.
- Frihart C.R., 2005. Handbook Of Wood Chemistry and Wood Composites USDA, Forest Service, Forest Products Laboratart, Madison. s.215-159.
- Göker Y. Kantay R. Ve Kurtoğlu A., 1984. Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yonga levhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Araştırmalar. Yayını No: 367, İstanbul.
- Göker Y. ve Akbulut T., 1992. Yonga levha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler. OREMKO 92:I., Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi. Trabzon. Bildiri Metinleri. 1.cilt, s.269-287.
- Göker Y., 2000. Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yonga levhaların Kullanım Yerleri. Laminant Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi 7:22-36.
- Grigoriou A.H., 2001. Straw-wood Composites Bonded With Various Adhesive Systems. Wood Science and Technology 34. s.355-365.
- Güler B., 2001. Odun Kompozitleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, 2,135-160.

- Güler C. ve ark., 2006. The Experimental Particleboard Manufacture From Sunflower Stalks (*Helianthus Annuus L.*) and Calabrian Pine (*Pinus Brutia Ten.*), *Forest Prod. J.* s.56-60.
- Güler C., 2001. Pamuk Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın. 150s.
- Güler C., Çopur Y. ve Taşcıoğlu M., 2008. The Manufacture of Particleboards Using Mixture of Peanut Hull (*Arachis hypoqaca L.*) an European Black Pine (*Pinus Nigra arnold*) *Wood Chips*, *Biosource Technology.* 99,8,2893-2897.
- Güler C., Özen R., 2004. Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks (*Gossypium hirsutum L.*) *Halz als Roh-Und Werkstaff* 62. s.40-43.
- Güler C., Özen R., Kalaycıoğlu H., 2001. Pamuk (*Gossypium hirstum L.*) Saplarından Üretilen Yonga levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 4, Sayı 1.
- Gümüşkaya İ., 1982. Dünyada ve Türkiye’de Yonga levha Tüketim Yerleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi. *Orman Fakültesi Dergisi* 5,2,257-268.
- Gündüz G. Ve Masraf Y., 2005. Tabakalı Yatık Yongalı Yonga levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi.* 7,(8): 58-69.
- Günsel U., 2004. Türkiye’de Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Muğla. 150s.
- Huş S., 1979. Teknolojik Faktörlerin Yonga levhanın Özellikleri Üzerine Etkisi.İstanbul Üniversitesi. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri 13, 29:2-10.
- Huş S., 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları. İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi. Orman Ürünleri Kimyası Kürsüsü. Kutulmuş Matbaası. İstanbul.
- İstek A., 1999. Buğday Saplarından (*Triticum aestivum L.*) orta yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi. Doktora Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın. 163s.

- Joyce T.W., ve Aravamuthan R., 2005. Center Fornon- Woodfibers, Non-Wood Fibers center at WMU.
- Kalaycıoğlu H. Ve Özen R., 2009. Yonga levha Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Orman Fakültesi. Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü. Trabzon.
- Kalaycıoğlu H., 1992. Bitkisel Atıkların Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, Orenko, 92(1) 288-292.
- Kalaycıoğlu H., Özen R., 2012. Yonga levha Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları. 89. Trabzon. 330s.
- Karakuş B., 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 96s.
- Kelleci O., 2013. Silan İle Modifiye Edilen Üre Formaldehit Kullanılarak Üretilmiş Yonga levhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Bartın Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın. 100s.
- Kollmann F., Kuenzi E.W. ve smat A.S., 1975. Principles of Wood Science and Technology, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Nevyork, s.350.
- Koruyucu T. ve Mengeloğlu F., 2007. Türkiye Tarımsal Atık Potansiyeli ve Alternatif Kullanım Olanakları, Tarımsal Mekanizasyon 24. Ulusal Kongresi. s.5-6.
- Kumaş İ., 2013. Sakallı Kızılağaç (Alnus glutinosa subsp. Barbata) Odunundan Farklı Üretim Koşullarında Üretilen Yonga levhaların Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon. 102s.
- Kurtoğlu A., 2006. An Overview of Turkish Forestry Products And Turkish Furniture Industry, Furnitürk Industry, Period 1, s.126-150.
- Loth R., 2004. High-Speed Flaking-Higher Board Properties Lower Production Costs. EPF European Panel Federation Annual Report.
- Lyman F.C., 1969. Particleboard Manufacture and Applications, Presmedia Books LTD., Presmedia Ltd, U.K., s.238.

- Mantanis G., ve ark., 2000. Turnning Agricultural Strawresidues in to valueadded Composite Products: Anew Envuiron Mentally Friendly Technology, Wood Technoogist Siempelkamp Co Siempelkalmp str, 7547. s.803
- Masraf Y., 2005. Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yonga levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bartın. 107s.
- Mengeloğlu F. Ve Alma M.H., 2002. Buğday Saplarının Kompozit Levha Üretiminde Kullanılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi. Fen ve Mühendislik Dergisi 5(2).
- Mo X., v.d., 2003. Physical Properties of Medium-Density Wheat Straw Particleboard Using Different Adhesive, Ind., Crops Prod. 18. s.47-53.
- Ndazi B., Tesha J.V., Karsson S., Bisanda E.T.N., 2006. Production of Ricehusks Composites With Acacia Mimosa Tanin-Busedrisin, J. Mater Science, 41. 6378. s.69,83.
- Nemli G., 2003. Effect of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured from Alder, Turk J. Agric For, 27. s.99-104.
- Nemli G., 1995. Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga levha Teknik Özelliklerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.Trabzon. 74s.
- Nemli G., Kırıcı H., Serdar B., Ay N., 2003. Suitability of Kiwi (Actinidia sinensis planch) Pruning for Particleboard Manufacturing, Industrial Crops And Products. 17. s.39-46.
- Nemli G., ve ark. 2009. Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (Lolium perene L.) in Particleboard Composites, Waste Management, 29. s.1129-1131.
- Özen R., 1980. Yonga levha Endüstrisi Ders Notları. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Orman Fakültesi Yayınları. 30, Trabzon.
- Özen R., 1981. Kimyasal Kağıt hamuru Atık Sularının Yonga levha Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları. Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi. Trabzon. 152 s.

- Papadopoukos A., Traboulay J., and Hill C.A.S., 2002. Onelayer Experimental Particleboard From Coconutchips (Cocos nucifera L.), Halzals Roh-und Werkstoff, 60 s.394-396.
- Schmid R.G., 1998. Aspect of Wood Adhesion: Application of 3C CP/Mas NMR and State University January 30, Blacksburg, s.10.
- Sevinçli Y., 2014. Atık Lavanta Bitkisinden Üretilen Yonga levhaların Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 69s.
- Şanıvar M., Zorlu İ., 1998. Ağaç İşleri Gereç Bilgisi. Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi. İstanbul. 474 s.
- T.S.E. TS 180, 1978. Yatık Yongalı Levhalar. Ankara.
- Topbaşı B., 2013. Atık Muz Kabuklarından Üretilen Yonga Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 68s.
- TS EN 309, 2008. Yonga-Levhalar, Tarif ve Sınıflandırma, T.S.E., Ankara.
- Usta P., 2011. Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Isparta. 71s.
- Var A.A., Yıldız Ü.C. ve Kalaycıoğlu H., 2002. Çeşitli Emprenye Maddelerinin Yonga levhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri. Süleyman Demirel Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi. 1:1302-7055.
- Wu Q., 2001. Comparative Properties of Begasse Particleboard. In: Mei, C., Zhou, X., Sun, D., Xheng, Y., Xu X, (Eds), Proc. Of The Symposium on Utilization of Agricultural and Forestry Residues, oct. 31-Nov. S.277-284.
- Yaman A., 2006. Türkiye’de Orman Ürünleri Sektörünün Sorunları, Mobilya Dekorasyon Dergisi, Sayı:70. s.308-310.
- Yemele M.C., 2008. Blanchet P. ve Cloutier A., Effect of Bark Content and Particle Germotryon The Physical and Mechanical Properties of Particleboard Made From Vlack Spruce and Trembling Aspen Bark, Forest Products Journal. s.48-56.

Yeniocak M., 2008. Bağ Budama Atıklarının Yonga levha Üretiminde Değerlendirilmesi.
Yüksek Lisans Tezi. Muğla Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Muğla. 89s.
URL1.(2014.Mayıs.5)Tarihinde,[https://www.google.com.tr/search?q=pamuk+saplar%
C4%B1&tbm/](https://www.google.com.tr/search?q=pamuk+saplar%C4%B1&tbm/) Adresinden Alındı.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, sayadı : Mehmet CÜLFÜK
Uyruğu : T.C.
Doğum yeri ve tarihi : Kahramanmaraş 25,03,1990
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 (536) 918 33 21
e-posta : mehmetculfuk@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet
Yüksek Lisans	KSÜ/ Orman Endüstri Mühendisliği	2017
Lisans	KÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2014
Lise	Anadolu Tekstil Meslek Lisesi	2008

İş Deneyimi

Yer	Görev	Yıl
-----	-------	-----

Yabancı dil: İngilizce (orta seviye)

Yayımlar:

- Cülfük, M.**, Karakuş K., Atar İ., Başboğa İ.H., Bozkurt F., Mengeloğlu F., 2017, İki Farklı Tutkal Kullanılarak Üretilen Yonga Levhaların Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi, Uluslararası Ormancılıkta Yeni Ufuklar Sempozyumu. Isparta

Hobiler

Kitap okumak, film izlemek, müzik dinlemek