



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**MOTORLU TESTERE TALAŞININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

SİDDİK ÇELİK

DANIŞMAN

PROF.DR. ABDULLAH İSTEK

BARTIN-2017



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MOTORLU TESTERE TALAŞININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE
DEĞERLENDİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Sıddık ÇELİK

JÜRİ ÜYELERİ

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

BARTIN-2017

KABUL VE ONAY

Sıddık ÇELİK tarafından hazırlanan “MOTORLU TESTERE TALAŞININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ” başlıklı bu çalışma, 12.09.2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI

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

Doç. Dr. H. Selma ÇELİK YAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

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

12.09.2017

Sıddık ÇELİK



ÖNSÖZ

“Motorlu Testere Talaşının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi” isimli bu çalışma, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır. Öncelikle, tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Abdullah İSTEK’e içtenlikle teşekkür ederim.

Tezin incelenmesinde ve hataların düzeltilmesinde katkıları bulunan jüri üyesi olma nezaketini gösteren Sayın Hocalarım Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER ve Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI’ya şükranlarımı sunarım.

Laboratuvar çalışmalarında, deneylerin yapılmasında ve tezin hazırlanmasında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. İsmail ÖZLÜSOYLU’ya, hayatta her zaman yanımda olan canım aileme, eşim Şehrizat’a çocukların Ufuk ve Taha’ya teşekkür ederim.

Sıddık ÇELİK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MOTURLU TESTERE TALAŞININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

Sıddık ÇELİK

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah İSTEK

Bartın- 2017, sayfa: XIV+54

Bu çalışmada, motorlu testere talaşının yonga levha üretimine uygunluğu araştırılmıştır. Çalışmada hammadde olarak sahil çamı, kayın ve dişbudak odunlarından elde edilen motorlu testere talaşı ile endüstriyel odun yongaları kullanılmıştır. Deney levhaları üre formaldehit tutkalı ile 3 tabaklı olarak üretilmiştir. Elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standart yonga levha özellikleriyle karşılaştırılarak motorlu testere talaşının yonga levha üretimine uygunluğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre en yüksek yüzeye dik çekme direnci $0,51 \text{ N/mm}^2$ ile EY kontrol grubunda görülürken, en yüksek eğilme direnci 12.84 N/mm^2 olarak MTT kontrol grubu levhalarında elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde fiziksel ve mekanik özelliklerin genel amaçlı kullanımlar için gerekli özellikleri sağladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler

Motorlu testere talaşı, üre formaldehit tutkalı, yonga levha.

Bilim Kodu

502.06.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

EVALUATION OF CHAINSAW DUST IN PARTICLE BOARD PRODUCTION

Sıddık ÇELİK

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Prof. Abdullah İSTEK

Bartın-2017, pp: XIV + 54

In this study, it was investigated to evaluate chainsaw dust in particle board production. Chainsaw dust chippings were used as raw material, obtained from the coast pine, beech and ash woods. Test boards were produced with 3 layers with urea formaldehyde glue. The physical and mechanical properties of the boards obtained were compared with standard particle board properties and the suitability of chainsaw dust for particle board production was determined. The highest internal bond was found on the MTT control group boards with a maximum bending strength of 12.84 N/mm² while the internal bonding was seen in the EY control group at 0.51 N/mm². When the results obtained are evaluated, it appears that the physical and mechanical properties provide the necessary properties for general purpose use.

Keywords

Pine wood sawdust, urea formaldehyde grained, chipboard.

Science Code

502.06.01

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
TABLolar DİZİNİ.....	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii

BÖLÜM 1 GİRİŞ	1
---------------------	---

1.1 Genel Bilgiler.....	1
1.2 Literatür Özeti.....	2
1.2.1 Yonga levhanın Tanımı.....	4
1.2.2 Yonga Levha Tarihsel Gelişimi	5
1.2.3 Yonga Levhaların TS EN 309'a Göre Sınıflandırılması.....	6
1.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri.....	7
1.3.1 Yonga Levhaların Kullanım Alanları.....	8
1.3.2. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri.....	9
1.3.3 Odun	10
1.3.4 Yıllık Bitkiler	11
1.3.5 Kimyasal Maddeler (Tutkallar).....	12
1.3.6 Katkı Maddeleri.....	13
1.3.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi.....	15
1.3.7.1 Odun Hammaddesinin Depolanması	16
1.3.7.2 Kabuk Soyma	17
1.3.7.3 Yongalama.....	17
1.3.7.4 Kurutma.....	19
1.3.7.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)	19
1.3.7.6 Yongaların Taşınması.....	20
1.3.7.7 Yongaların Depolanması.....	20
1.3.7.8 Yongaların Tutkallanması	20

1.3.7.9 Tutkal Çözeltilisinin Hazırlanması ve Homojenleştirme Depoları	21
1.3.7.10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme).....	21
1.3.7.11 Presleme	21
1.3.7.12 Ahşap Esaslı Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları	22
 BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖTEM	24
2.1. Materyal	24
2.1.1. Odun Hammaddesi	24
2.1.2 Yapıştırıcı Madde	24
2.1.3 Sertleştirici Madde	25
2.2 Yöntem	25
2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi	25
2.2.2 Yongaların Elenmesi	26
2.2.3 Yongaların Kurutulması	26
2.2.4 Üre Formaldehit Tutkalın Hazırlanması	28
2.2.5 Yongaların Tutkallanması	28
2.2.6 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme	29
2.2.7 Sıcak Pres	30
2.2.8 Presleme Sonrası İşlemler	31
2.2.9 Numaralandırma ve Boyutlandırma	32
2.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini	33
2.3.1 Fiziksel Özellikler	33
2.3.2 Mekanik Özellikler.....	35
 BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	37
3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular	37
3.1.1 Özgül Ağırlık.....	38
3.1.2 Rutubet	39
3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı	40
3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular	42
3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci	42
3.2.2 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü.....	44

BÖLÜM 4 SONUÇLAR VEÖNERİLER	46
4.1 Sonuçlar	46
4.2 Öneriler	48
KAYNAKLAR	49
ÖZGEÇMİŞ	53



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. Türkiye Orman Haritası.....	1
2. Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri	5
3. Odun metaryali	11
4. Yıllık bitki	11
5. Parafin.....	14
6. Sertleştirici kimyasallar; a: Amonyum Klorür, b: Amonyum Sülfat.	15
7. Yonga levha levha üretimin şeması.....	16
8. Odun hammadde sahası	17
9. Hombak typ HMT tamburlu yongalama makinesi	18
10. Normal yongalayıcı makro değirmen	18
11. Motorlu ağaç kesme talaşı.	25
12. Yongaların serilmesi.....	26
13. Yongaların elenmesi.	26
14. Yongaların etüvde kurutulması.	27
15. Üretimde kullanılacak MTT yongaları.	27
16. Yongaların tutkallanması, Tutkallanmış yongalar.	28
17. a.Yongaların serilmesi, b. Levha taslağı.....	30
18. a. Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi, b. preslenmesi.	30
19. Üretilmiş levha grupları.....	32
20. Deney levhalarında yan alma işlemi.....	32
21. Deney levhaların boyutlandırılması	33
22. Eğilme direnci deneyi.....	36
23. Yüzeye dik çekme deneyi.....	37
24. Levhaların ortalama yoğunluk değerleri.....	39
25. Levhaların ortalama rutubet değerleri.	40
26. Levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.	43
27. Levhaların ortalama eğilme direnci değerleri.....	46
28. Levhaların elastikiyet modülü direnci değerleri.....	46

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Türkiye’de yonga levha sektöründe faaliyet gösteren fabrikalar ve kapasiteleri	6
2. Levha gruplarının üretim parametreleri.....	31
3. Levha grupları ve karışım oranları	31
4. Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık ait bulgular.....	38
5. Levha gruplarının ortalama rutubet değerleri.....	39
6. Levha gruplarının ortalama su alma ve kalınlığına şişme değerleri.....	40
7. Levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	42
8. Levha gruplarının ortalama eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.....	44

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}$	:	Derece
$^{\circ}\text{C}$	:	Santigrat derece
mμ	:	Mikrometre
pH	:	Asitlik bazlık derecesi
K	:	Potasyum
Mg	:	Magnezyum
NH ₄ Cl	:	Amonyum klorür
(NH ₄) ₂ SO	:	Amonyum sülfat
HCl	:	Hidroklorik asit
H ₂ SO ₄	:	Sülfürik asit
NaOH	:	Soyum hidroksit
SiO ₂	:	Silisyum dioksit
β	:	Beta
α	:	Alfa
m ²	:	Metrekare
gr/cm ³	:	Gram/santimetreküp
kg/cm ²	:	Kilogram/santimetrekare
N/mm ²	:	Newton/milimetrekare
kp/cm ²	:	Kilopaskal/santimetrekare

KISALTMALAR

MDF	:	Orta yoğunluklu lif levha
HDF	:	Yüksek yoğunluklu lif levha
OSB	:	Yönlendirilmiş yonga levha
PSL	:	Paralel şerit kereste
LSL	:	Tabakalanmış şerit kereste
OSL	:	Yönlendirilmiş şerit kereste
LVL	:	Tabakalanmış kaplama kereste

GLULAM	:	Lamine edilmiş kereste
FTIR	:	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
MOE	:	Eğilmede elastikiyet modülü
MOR	:	Eğilme direnci
IB	:	İç yapışma direnci
TVOC	:	Toplam uçucu organik bileşik
VOC	:	Uçucu organik bileşik
PVAc	:	Polivinil asetat
PAE	:	Poliamidoamin -epiklorhidrin
ECH	:	Epiklorhidrin
CARB	:	Kaliforniya hava kaynakları düzenleme kurulu
IPCs	:	İnterpolimerik kompleks film
UFO	:	Üre formaldehit oligomeri
IR	:	Kızıl ötesi spektrumu
MS	:	Modifiye nişasta
UFFR	:	Farklı oranlarda furfural içeren UF tutkalı
EPF	:	Avrupa panel federasyonu
TSE	:	Türk standartları enstitüsü
EN	:	Avrupa standardı
DP	:	Polimerleşme derecesi
UF	:	Üre formaldehit
EMDI	:	Emülsiyon polimer izosiyanat tutkalı
MUF	:	Melamin üre formaldehit
FF	:	Fenol formaldehit
PMDI	:	Polimerik difenilmetan
Na-CMC	:	Sodyum karboksi metilselüloz
MCA	:	Mono klor asetik asit
SMCA	:	Sodyum mono klor asetat
ORMA	:	Orman mahsulleri entegre sanayi anonim şirketi
vd.	:	Ve diğerleri
cps	:	Centipoise
kg	:	Kilogram
lt	:	Litre

dk	:	Dakika
m	:	Metre
cm	:	Santimetre
FTIR	:	Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi
RH	:	Bağıl nem
Entg.	:	Entegre



BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Genel Bilgiler

Masif ağaç malzeme yerine, değeri düşük odun hammaddesinin teknik yollarla şekli değiştirilerek ve istenen kalıba sokularak kullanılması dünyada odun hammaddesi temininde yaşanan sıkıntıyı gidermesi yanında odunun ekonomik kullanımını da sağlamaktadır. Böylece ormanlar üzerindeki baskılar azalmakta, masif ahşap yerine ahşap esaslı levhalar yaygın olarak kullanılmaktadır. Son yıllarda levhaların kalitesinin iyileştirilmesi ve üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve özellikle üretimde alternatif maddelerin kullanılabilirliği konularında yoğun bilimsel araştırmalar yapılmaktadır.

Dünyanın toplam ormanlık alanı yaklaşık 4 milyar hektar olup, karasal alanın %31'ini oluşturur. En fazla orman alanına sahip kıtalar, Avrupa %46, Kuzey ve Orta Amerika %25,7 ve Afrika %21,8 dir (Kılıç, 2014). Ülkemizde tüm alanının 77.945.200 hektar olduğu bilinmektedir. 2015 verilerine göre Türkiye orman alanı 22.342.935 hektar olup, ülke alanının %28,6'sını oluşturmaktadır. Ormanlık alanların büyüklüğü 1973 yılında %26,1 iken 2015 yılında %28,6'sını oluşturmaktadır (OGM, 2015). Şekil 1'de Türkiye orman haritası gösterilmiştir.



Şekil 1:Türkiye Orman Haritası (URL-1, 2017).

Orman ürünleri endüstrisinde küçük materyallerin, liflerin ya da daha geniş odun parçalarının bir araya getirilmesiyle geliştirilmiş olan pek çok malzeme değişik adlarda anılmakta olup, son yıllarda odun kompozitleri olarak ifade edilmektedir. Kompozit malzemelerin mobilya endüstrisinde, inşaat sektöründe iç ve dış mekanlarda çok geniş bir kullanım alanı vardır. Bu ürünlerin özellikleri, hammadde odunun fiziksel şeklinde yapılan değişiklikler, levha yoğunluğu, kullanılan tutkalın cinsi, miktarı, su ve yangına karşı dayanımını artırmak amacıyla ilave edilen malzemeler ile geliştirilebilmektedir (Güller, 2001).

Şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve yeterli miktarda bulunmayan masif ağaç malzeme yerine, değeri düşük odun hammaddesinin teknik yollarla şekil değiştirilerek istenen kalıba sokularak kullanılması dünyada odun hammaddesi temininde yaşanan sıkıntıyı gidermesi yanında odunun ekonomik kullanımını da sağlamıştır. Böylece, masif odunun anizotrop yapısı nedeniyle lif yönü, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde farklı çalışması ile fiziksel ve mekanik özelliklerinin üç yönde değişmesi gibi olumsuz özellikleri büyük oranda bertaraf edilmiş olmaktadır (Biçer, 2014).

Bu çalışmanın amacı, yonga levha üretiminde motorlu testere talaşı (MTT) kullanımının levhaların fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkilerini belirlemektir. Bu amaçla belli oranlarda endüstriyel yonga (EY) ile karıştırılan MTT ile üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiş ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

1.2 Literatür Özeti

Dünya’da ve Türkiye’de ahşap esaslı levha üretiminde odun hammaddesi dışında yıllık bitkiler, tarımsal atıklar, orman endüstrisi işletme atıkları gibi lignoselülozik özellikteki tüm hammaddeler kullanılabilir. Yapılan birçok çalışmada saman sapı, buğday saz, pirinç sapı, şeker kamışı, tütün, keten sapı, fındık, pirinç kabuğu gibi farklı lignoselülozik materyalden kompozit materyal üretilmesi üzerine laboratuvar ortamında araştırmalar yapılmıştır.

Yapılan bir araştırmada, pamuk saplarından üretilen yonga levhaların mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve yüzeye dik çekme direncinin genel amaçlı kullanımlar için yeterli düzeyde olduğu belirtilmektedir. Pamuk sapı gibi bitkilerin bitkisel atıkların yonga

levha endüstrisinde değerlendirilmesi durumunda hammadde sorununa kısmi olarak çözüm sağlanacağı vurgulanmıştır (Güler vd., 2001).

Gertjeansen vd., (2001) tarafından yapılan araştırmada %50 kavak ve %50 ayçiçeği tablası karışımından uygun özelliklerde yonga levha üretilebileceği vurgulanmaktadır. Güler (2001) %92 ayçiçeği tablası, %7 üre formaldehit tutkalı ve %1 parafin karıştırılarak 0.78g/cm³ özgül kütle ve 10 mm kalınlıkta yonga levhalar üretilmiştir (Geçgel 2010).

Wang vd. (2002) tarımsal atık olan mısır koçanı ve buğday sapı gibi yenilenebilir kaynakların yonga levha üretiminde kullanılabilirliği araştırılmış, elde edilen düşük yoğunluktaki yonga levhanın çekme direnci ve basınç direncini etkileyen etkenlerin; presleme zamanı, yonga boyutu ve yonga levha yoğunluğu olduğu belirtilmiştir (Çakır, 2012).

Nemli vd. (2003), kivi budama artıklarının yonga levha üretimine uygunluğunu araştırmış ve kivi budama artıklarının odun yongalarıyla karıştırılarak yonga levha üretimine uygun bir hammadde olabileceğini belirtmiştir. Gürü (2006) badem kabuklarından yonga levha üretimi üzerine yapılmış bir araştırmada ekonomik değeri olmayan bu materyalin yonga levha üretimine uygun bir materyal olduğu sonucuna varılmıştır (Usta, 2011).

Laboratuar ortamında çeşitli bitkisel sera atıklarından; domates, biber ve patlıcan saplarının üre formaldehit ve melamin üre formaldehit tutkallarıyla yonga levha üretilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MUF tutkallının diğer bağlayıcılara oranla daha uygun olduğu belirtilmiştir (Karakuş, 2007).

Bağ budama artığının yongalarıyla kullanılarak yapılan bir araştırmada elde edilen yonga levhalarda da birçok fiziksel ve mekanik özellik standartlara uygun bulunmuştur (Özen, 2009). Başka bir çalışmada ise bağ budama atığı ve destekleme malzemesi olarak, kot bezi, sıva filesi, polyester elyafı, cam yünü elyafı kullanılmış ve bu üretimin yonga levha ve mobilya üretimine teknik ve ekonomik fayda sağlayacağı belirtilmiştir (Geçgel, 2010).

Çay bitkisi atıkları ile kızılçam odun yongaları %100-0, %75-25, %50-50, %25-75, %0-100 oranlarında kullanılarak ve üre formaldehit, melamin formaldehit ve melamin üre

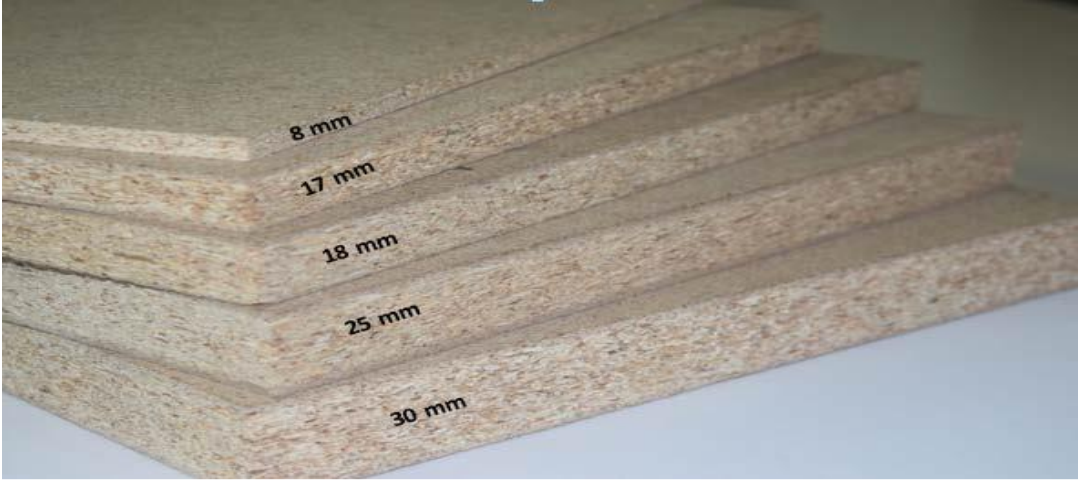
formaldehit tutkallarıyla karıştırılarak yonga levha üretilmiştir. Elde edilen levhaların özelliklerinin TS EN standartlarından düşük olduğu belirtilmiştir (Usta, 2011).

Faklı karışım oranlarına sahip (%0-100, %25-75, %50-50, %75-25, %100-0) atık muz kabuğu ve kızılçam yongalarından bağlayıcı olarak üre formaldehit tutkalının değişen oranları ile (%6, %8, %10) 0.65g/cm³ yoğunlukta yonga levha üretilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre karışım ve tutkal oranların deney sonuçlarını etkilediği belirlenmiştir. Araştırmada yonga levha numunelerinde kullanılan atık muz yongaların %25'ten daha düşük oranlarda kullanılması ve tutkal oranının %10'un altında düşürülmemesi şartıyla TS standartlarına uygun orta yoğunlukta levha üretilbileceği belirtilmiştir (Topbaşlı, 2013).

Atık lavanta bitkisi ile kızılçam yongalarıyla kullanarak yapılmış bir araştırma sonucuna göre, karışım ve tutkal oranının deney sonuçlarını değiştirdiği, tutkal bakımından en düşük değerin %6, en yüksek değerlerin ise %12'e sahip deney örneklerinde elde edilmiştir. Deney gruplarına ait hiçbir yonga levha örneğinin yeterli elastikiyet modülü değeri veremediği, ancak atık lavanta bitkisi ve kızılçam yonga karışımındaki lavanta bitkisi oranının azaltılması ve parafin gibi katkı maddelerin kullanılması ile üretilcek orta yoğunluklu levhaların elastikiyet modülü ve kalınlığı şişme değerlerinin standartlara uygun duruma getirilebileceği belirtilmiştir (Sevinçli, 2014).

1.2.1 Yonga levhanın Tanımı

Yonga levha; odun parçaları, testere talaşı, rende talaşı vb. ve/veya keten, kenevir ipliği, kendir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. lignoselülozik malzemelerden elde edilen yongaların tutkalandıktan sonra sıcak preslenmesiyle elde edilen levhalardır (TS EN 309, 1999). Şekil 2 'de farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri gösterilmiştir.



Şekil 2: Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri (Aydın, 2016).

1.2.2 Yonga Levha Tarihsel Gelişimi

Orman ürünleri sektöründe, gelişen sanayi kollarında biride yonga levha endüstrisidir. Yonga levha endüstrisi orman ve kereste fabrikası atıklarının değerlendirilmesi yanı sıra lifli lignoselülozik maddelerde hammadde olarak kullanılabilir. Çoğunluğu mobilya sektöründe kullanılan yonga levha, inşaat ve taşımacılıkta kullanım alanına sahiptir (Güler ve Sancar, 2016).

Yonga levha hakkında ilk fikir 1880 yıllarında atılsada 1940 kadar gelişmeler sağlanmış, ticari amaçlı ilk fabrika 1941 yılında Almanya’da kurulmuştur. II. Dünya savaşıdan sonra yonga levhalarda büyük gelişmeler yaşanmıştır. Ülkemizde ise, 1955’de İstanbul Kartalda (3000 m³/yıl) ilk yonga levha fabrikası kurulmuştur (Bozkurt ve Göker, 1990). Günümüzde ise yonga levha sektöründe 19 farklı lokasyonda 14 farklı şirket üretim yapmaktadır (Dayanıklıoğlu, 2016). Tablo 1’de Türkiye’de yonga ve lif levha üretim yapan fabrika ve üretim kapasiteleri verilmiştir.

Tablo 1 :Türkiye’de yonga levha sektöründe faaliyet gösteren fabrikalar ve kapasiteleri (Dayanıklıoğlu, 2016).

Firma adı	Ürün	m ³ /yıl
Kastamonu Entegre	Yonga Levha	1.574,400
Yıldız Entegre	Yonga Levha	912,000
Starwood	Yonga Levha	912,000
Yıldız Sunta Mdf	Yonga Levha	544,000
Orma	Yonga Levha	672,000
Teverpan	Yonga Levha	144,000
Suntasan/Küpeliler	Yonga Levha	96,000
S.f.c. Kronospan	Yonga Levha	64,000
Gentaş A.Ş	Yonga Levha	30,720
Dasaş Entegre Ağaç	Yonga Levha	108,800
Vezirağaç	Yonga Levha	56,000
Küpeliler Simav	Yonga Levha	96,000
S.F.C. KRONAOSPAN	Yonga Levha	96,000
SUMAŞ A.Ş	Yonga Levha	48,000
TOPLAM TÜRKİYE KURULU KAPASİTESİ		5.353,920

1.2.3 Yonga Levhaların TS EN 309’a Göre Sınıflandırılması

- **Üretim İşlemlerine Göre;**
 - Yatık preslenmiş,
 - Dik preslenmiş,
 - Kalıplanmış (Şekillendirilmiş),
 - Deliksiz,
 - Delikli,
- **Yüzey Durumlarına Göre;**
 - Preslenmiş (zımparalanmamış),
 - Zımparalanmış veya planyalanmış,
 - Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile),
 - Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş.(Örneğin, dekoratif lamine kaplama, emprenye edilmiş dekoratif kağıt vb.)
- **Şekil ve Formlarına Göre;**
 - Düz,

- Yüzeyi profilli,
- Kenarı profilli,

- **Parçaların Şekil ve Ölçülerine Göre;**

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

- **Yapılarına Göre;**

- Tek tabakalı,
- Çok tabakalı,
- Sınıflandırılmış,
- Kalıplanmış (Şekillendirilmiş) delikli levhalar,

- **Kullanımlarına Göre;**

- Genel amaçlı levhalar,
- Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) levhalar,
- Konstrüksiyonlarda taşıma amaçlı kullanılan levhalar,
- Aşırı yüklenebilen levhalar,
- Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar,
- Ateşe dayanıklı levhalar,
- Ses adsorbe eden levhalar,
- Diğerleri,

1.3 Yonga Levhaların Genel Özellikleri

- Odun tamamı ile yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levha üretilir.
- Yongaların boyutu ve pozisyon açısından istenilen şekilde yönlendirilmesi ile elde edilecek levhanın istenilen yönde dayanımı artırılabilir.
- Presleme sırasında veya öncesinde yongalara hidrofobik özellik kazandırılabilir.

- Yüksek devirli şerit ve daire testerelerle işlenme esnasında düzgün kesit yüzeyleri verir.
- Yongalar yangın böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.
- Çok geniş yüzeyli, istenilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir.
- Kalıp içerisinde taslak oluşturmayla form verilmiş levhalar üretilebilir.
- Ağaç malzeme tutkalları ile kaplanma levhaları kullanmak (lamine edilmek) suretiyle oldukça iyi özellikler gösterir.
- Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yonga levhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
- Makinelerle işlenme özelliklerinin iyi olup, frezelerle lamba zıvana, matkap ile kolayca işlenebilir
- Levhaların işlenmesi esnasında zayıtı düşük, işi verimi yüksektir.
- Akustik özellikleri iyidir (Dayanıklıoğlu, 2004).

1.3.1 Yonga Levhaların Kullanım Alanları

Günümüzde odun kökenli levha ürünleri kullanım alanları gittikçe artmakta olup, levha ürünleri çoğunlukla mobilya, dekorasyon, ambalaj ve yapı maksatları ile kullanım alanına sahiptir (Akbulut vd. 2002). Yonga levha kullanım alanları genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Topbaşlı, 2013).

- Kat döşemeleri
- Prefabrik ev yapımı
- Kapı imalatı
- Merdiven basamakları
- Endüstriyel yonga levhalar (masa üretimi - büro mobilyaları ve dolapları üretimi – kaplanmış paneller, kabı göbekleri, sürgülü kapılar ve raf üretimi - masa tenisi ve bilardo masası üretimi – koltuk, kanep, karyola, mutfak dolabı, televizyon ve müzik seti kabinleri, duvar bölmeleri, reklam panoları, vagon ve gemi yapımı)

Yonga levhalar ülkemizde yaklaşık ; %73,5 Mobilya, %13 Dekorasyon, %0,2 Prefabrik ev yapımında tüketilmektedir. Ülkemizde en çok zımparalanmış ve lamine edilmiş şekilde olmak üzere 550-600 kg/m³ yoğunluktaki yatay preslenmiş yonga levhalar kullanılmaktadır.

Mobilya üretiminde 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).

1.3.2. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Yonga levha üretiminde artan hammadde talebine bağlı olarak odun fiyatlarının da artması sonucunda alternatif hammadde arayışlarına girilmiştir (Karakuş, 2007). Yonga levha endüstrisinde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Oduna dayalı hammaddelerde yakacak odun, düşük değerde kerestelik tomruklar, uygun kalınlıkta dal odunları, ağaç işleyen endüstrilerin atıkları kullanılmaktadır. Ayrıca yonga levha üretiminde saz, saman, şeker kamışı, keten sapı ile fındık, ayçiçeği ve pamuk tohumları gibi diğer lignoselülozik lifli maddelerde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levha endüstrisinde hammadde olarak odun veya diğer ligno-selülozik lifli maddeler, bağlayıcı olarak yapıştırıcılar ve levhaya farklı özellikler kazandırmak amacıyla katkı maddeleri kullanılmaktadır. Yonga levha ağırlığının yaklaşık %90'ından fazlasını odun veya diğer ligno-selülozik maddeler oluşturmaktadır. Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler genel olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Biçer, 2014).

a) Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Ligno-Selülozik Hammaddeler

- Odun
- Yapacak maksatlarda Kullanılmayan Odun
- Lif ve Yonga Odunu
- Kereste Fabrikası Atıkları
- Kaplama Levha Üretim Atıkları
- Planyadan Elde Edilen Atıklar
- Orman Bakım Atıkları
- Diğer Ligno-selülozik Hammaddeler (kendir, kenevir, şeker kamışı, tahıl, bambu, saz, pamuk, ayçiçeği, tütün sapı, vb.)

b) Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

- Sentetik Reçineler
 - Üre Formaldehit Tutkalı
 - Fenol Formaldehit Tutkalı
 - Melamin Formaldehit Tutkalı
- İzosiyanat Tutkalı
- Epoksi Tutkalı
- Doğal Yapıştırıcılar
 - Kazein
 - Soya ve Kan Tutkalı
 - Sülfat ve Sülfat Atık Suyu
 - Çeşitli Tanenler
- Katkı Maddeleri
 - Hidrofobik Maddeler
 - Yangın Geciktirici Maddeler
 - Koruyucu Maddeler
 - Sertleştirici Maddeler

1.3.3 Odun

Yonga levha üretimi ve fabrikasyonu orman ürünleri sanayinde çok önemli bir yere sahip olup, teknik ve mühendislik bilgisi gerektirmektedir. Her şeyden önce kullanılan odun hammaddesinin anatomik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri ile odun – su ilişkisinin çok iyi bilinmesi gerekir (İstek, 1999).

Fabrikaların bulundukları bölgeler itibariyle mevcut doğal yapıya göre de hammadde özellikleri değişebilmektedir. İbrelili ve yapraklı ağaç türleri değişik miktarlarda kullanılmaktadır. Yonga levha ve MDF üretimi yapan tesisler ülkemizde yetişen iğneli ve yapraklı ağaçların odunları ile birlikte özel kavaklıklarda yetiştirilen odunları da işleyebilmektedir. Bunların yanında endüstriyel atık ve talaş gibi ürünler de hammadde olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca hammadde sıkıntısı çekildiği dönemlerde de firmalar ithalat yaparak açıklarını kapatmaktadırlar (Dayanıklıoğlu, 2004). Şekil 3’de odun materyali gösterilmiştir.



Şekil 3: Odun materyali

1.3.4 Yıllık Bitkiler

Odun hammaddesine dayalı endüstri sayısının zamanla artması, yonga ve lif odunu bulmakta ortaya çıkan güçlükler ve buna bağlı olarak artan hammadde fiyatları yonga levha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkânlarının araştırılmasına neden olmuştur (Özlüsoylu, 2016).

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Ancak keten, kenevir, pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifli gibi bitkisel madde veya artıklardan yonga levha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak levha üretiminde kullanılacak yıllık bitkilerin miktar olarak yeterli olması, toplama, taşıma depolama gibi maliyetlerinin yüksek olmaması ve biyolojik bir bozunmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir (Özen, 1980). Şekil 4'te yıllık bitki gösterilmiştir.



Şekil 4: Yıllık bitki.

1.3.5 Kimyasal Maddeler (Tutkallar)

Yonga levha endüstrisinde 3 ana sentetik reçine tipi kullanılmaktadır. En çok kullanılan üre formaldehit reçinesi olup, fenol formaldehit ve melamin formaldehit reçineleri takip etmektedir.

Üre formaldehit tutkalı, üre renksiz, kokusuz ve suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, Amonyak ve Karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyum karbaminat meydana gelmekte, amonyak ilave edildiğinde su ve üre maddeleri oluşmaktadır. Üre ile formaldehit arasındaki oran 1,4 ile 2,0 olarak verilir, daha düşük oranlar levhalarda formaldehitin açığa çıkmasını azaltır. Ancak reçinenin sertleşme hızı yavaşlar (Bozkurt ve Göker, 1990).

Üre formaldehit tutkalı nispeten ucuzluğu nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, prese kapı, yonga levha ve kontrplak üretimi olmak üzere, ağaç işlerinde en çok kullanılan yapıştırıcıdan biridir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü, oksijen ve hidrojenle elde edilmektedir. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde edilmektedir (Biçer, 2014).

Fenol formaldehit tutkalı, dış cephelerde kullanılan levhalar için en elverişli tutkal olarak kabul edilmektedir. Fenol formaldehit tutkalı sıvı olan tipleri kırmızımsı renkte ve kullanıldığı levhalarda da koyu renk söz konusu olmaktadır veya küçük kırmızı lekeler şeklinde levha üzerinde görüntüler meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

Fenol formaldehit tutkalı yapay reçineden yapılır. Fenol yapay reçine ise, taşkömürü, su ve havadan kimyasal yollarla üretilir, toz şeklinde olanı, çoğunlukla alkol ve su ile karıştırılır. Oda sıcaklığında uygulanır, sıvı şeklinde olanlar ise bazı kimyasal maddeler ile dolgu maddeleri katılabilir (Yeniocak, 2008).

Melamin formaldehit tutkalı, melamin ile formaldehitin kondezasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90-140°C sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinden önce kömür 2000°C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000°C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamide dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir

ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamit meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında %100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana getirir (Gözzalan, 2016);

- Suya karşı dirençlidir.
- Isı stabiletesi daha yüksektir.
- Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleştirilebilir.

İzosiyanat tutkalı, odunun hidroksil grupları kimyasal olarak çok iyi bağlar meydana getirir. Suya sulandırılmış asitlere iyi bir dirence sahiptir. Levhalar suya karşı çok dayanıklı olup, dış hava koşullarına elverişlidir. Yongaları daha iyi bir şekilde yapıştırdığı için fenolik reçinelerdeki kadar yüksek ağırlıkta levhalar meydana getirmez ve böylece odunsu materyal masraflarını azaltmaktadır. Olumsuz yanları ise fiyatının yüksek olması, alüminyum ve çelik materyalle yapışması dolayısıyla preslerde sorunlar çıkarmasıdır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Doğal Yapıştırıcılar, kazein, soya ve kan tutkallarıdır, yanında tanen ve sülfite atık suyuda yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Tanenler doğal polifonollar olarak bilinir ve dış maksatlarda kullanılan tutkalların hammaddesini teşkil etmekte ve odun kabuklarında elde edilmektedir. Yüksek yapışma özelliğine sahiptirler. Çevre ve insan sağlığına zararlı olmayan doğal tutkallardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

1.3.6 Katkı Maddeleri

Levhaların suya ve rutubete karşı dayanımını arttırmak, mantar ve böceklerle karşı korumak için, yongalara katkı maddeleri ilave edilebilir. Yonga levhanın özelliklerini iyileştirmek amacıyla kullanılan bazı katkı maddelerinin görevleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Karakuş, 2007).

- Plastikleştirme,
- Kararlılık sağlanması,
- Uygulama niteliklerinde reçinenin iyileştirilmesi,
- Koku gidermesi,
- Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengelemesi,

- Yanmayı geciktirmesi,
- Malzeme yüzeyine toz birikmesini önlemesi,
- Biyotik faktörlere karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir.

Hidrofobik maddeler, yonga levhalarda boyut stabilizasyonunu sağlamak amacıyla hidrofobik maddeler gerekmektedir. Hidrofobik maddeleri usulüne uygun kullanılması önemlidir (Şekil 5). Bu sebeple levhalarda şişme, çanaklaşma veya çarpılma gibi kusurlar hemen hemen görülmemektedir. Özellikle mobilya endüstrisinde kullanılan yonga levhalarda hidrofobik maddelerin kullanılması ile bu sakıncalar ortadan kaldırılmaktadır. (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 5: Parafin (URL-2, 2017).

Sertleştirici maddeler (Şekil 6), yonga levha üretiminde tutkal çözeltisinin ve tutkallanmış yongaların dayanma sürelerinin mümkün olduğu kadar uzun olması istenir. Diğer taraftan sıcak presleme sırasında üretim kapasitesinin yüksek olması için sertleşmenin kısa sürede tamamlanması arzu edilir. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesi için genellikle bir sertleştirici ile birlikte bir tamponlayıcı madde kullanılmaktadır. Ahşap kompozit levha üretiminde sertleştiriciler kullanılan tutkalın türüne ve özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Bazı tutkallarla birlikte sertleştirici kullanılması zorunlu olmasına rağmen bazı tutkallarda ise sertleştiriciye ihtiyaç duyulmamaktadır (Biçer, 2014).



Şekil 6: Sertleştirici kimyasallar; a: Amonyum Klorür (NH_4Cl), b: Amonyum Sülfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$), (Biçer, 2014).

Yonga levha üretiminde üre formaldehit tutkalı ile birlikte sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Koruyucu maddeler, odun kökenli levha ürünlerinin kullanım yerinde daha uzun süre hizmet verebilmesi için biyotik ve abiyotik faktörlere karşı koruyucu maddelerle muamele edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla farklı özelliklerde koruyucu emprenye maddeleri kullanılmaktadır (Karakuş, 2007).

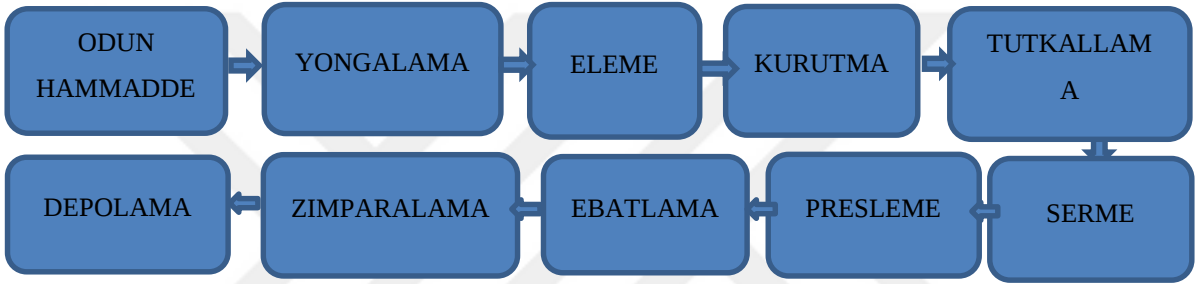
Yangın geciktirici maddeler, yonga levhanın yanma süresi yanma kalınlığına, özgül ağırlığına, levhanın rutubetine ve direncine, kullanılan yapıştırıcının türüne ve kullanılan odun içerisindeki kimyasal bileşenlere bağlıdır. Yonga levhaların yanıcılık özelliğinin minimuma indirilmesi için bazı kimyasal maddelerle muamele edilmesi gerekir. Yangın geciktirici maddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (Biçer, 2014).

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

1.3.7 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yonga levhaların üretiminde yatık yongalı, dik yongalı (okal tipi) ve kalıplanmış yonga levha olmak üzere üç üretim teknolojisinden bahsedilebilir. Bunların dışında Termodin

Metodu, Collipres Metodu, Werzalit Metodu da bilinmektedir. Bütün üretim metotlarında temel olarak işlemleri aynıdır. Farklılık preslenme metotuna göre, levhalar yatık yongalı levha ve dik yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme metodu hepsinde yatık uygulandığı halde, serme işleminin farklılığından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar elde edilmektedir. Kalıplanmış levhalarda yonga da ise elde edilecek levhanın nihai şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme yapılmaktadır. Kullanılan bağlayıcılar çimento ve alçı olunca, üretilen levhalarda buna uygun olarak çimentolu veya alçılı yonga levha olarak isimlendirilir. Kısacası belirtilen farklılıklar dışında diğer üretim safhaları hemen hemen aynıdır (Dayanıklıoğlu, 2004). Şekil 7’de yonga levha üretim şeması verilmiştir.



Şekil 7: Yonga levha üretimin şeması

1.3.7.1 Odun Hammaddesinin Depolanması

Odun hammaddesi tedarik durumu göz önünde bulundurularak en azından altı aylık ya da yıllık hammadde ihtiyacını karşılayacak şekilde depo edilmelidir. Ayrıca farklı hammadde grupları farklı alanlarda ve uygun şekilde istiflenerek depo edilmelidir (Bozkurt ve Göker, 1990). Şekil 8’de odun hammadde sahası görülmektedir.



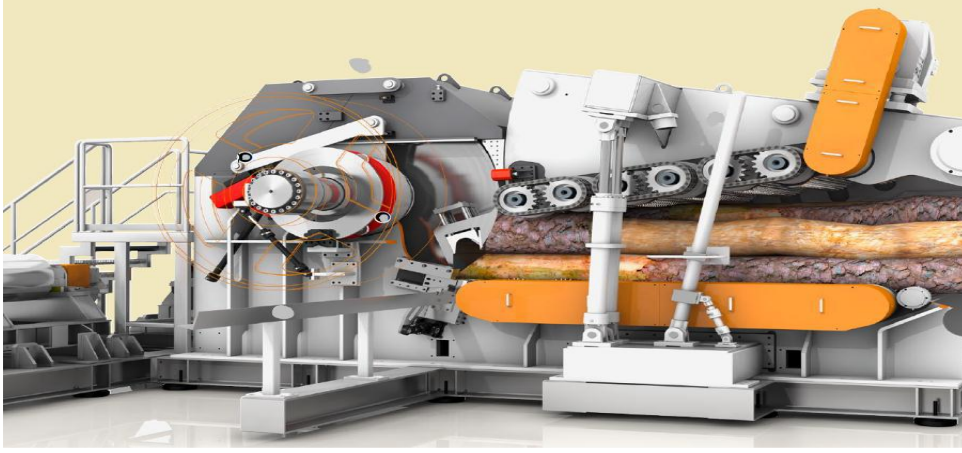
Şekil 8: Odun hammadde sahası (Aydın, 2016).

1.3.7.2 Kabuk Soyma

Levha üretiminde kabuk genellikle istenmediğinden üretimden önce tomrukların kabuklarının soyulması gerekir. Üretimde kabuk kullanılması durumunda direnç özellikleri ve renk olumsuz olarak etkilenebilmektedir (Karakuş, 2007).

1.3.7.3 Yongalama

Yongalar kesme, kırma ezme yöntemleriyle elde edilir. Kesme suretiyle üretilen yongalar levhaların yüzeylerine, kırma şeklinde üretilenler yongalar ise yongaların orta kısmında kullanılır. Levha için yonga hazırlama iki ayrı sistemle yapılır. Birincisinde önce kaba yongalar üretilir, sonra yongalar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde işlenerek kullanıma uygun hale getirilir. Üretilen yongalar genellikle orta tabakada kullanılır. İkinci yöntemde yuvarlak odunlardan, levha üretimine uygun kalınlıkta ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir (Bozkurt ve Göker, 1990). Şekil 9'da Hombak tip HMT tamburlu yongalama makinesi görülmektedir.



Şekil 9: Hombak tip HMT tamburlu yongalama makinesi (Biçer, 2014).

Normal yongalamada kesme liflere paralel veya dik yönde gerçekleşir. Kaliteli levha üretimi için yonganın iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması gerekmektedir. Dış tabaka yongaların kalınlığının 0,15-0,25 mm, orta tabaka yongaların 0,3-0,5 mm olması tercih edilir. Tutkaldan yaralanmak için yonga yüzeyinin pürüzsüz olması gerekmektedir. Normal yongalama için Diskli (Tamburlu) ve Silindirli yongalama makinaları kullanılır (Kalaycıoğlu, 1991). Şekil 10’da normal yongalayıcı makro değirmen görülmektedir.



Şekil 10: Normal yongalayıcı makro değirmen (Biçer, 2014).

İnce yongalama, levha üretiminde uygun yongaları doğrudan üretme imkanı olmadığından daha önce üretilmiş kaba ve normal yongalar bir defa daha özel inceltme makinaları veya değirmenlerden geçirilip sekonder yongalama ile uygun hale getirilir. Yongaların kalınlıklarının azaltılması için defibratörler kullanılır. Yongaların inceltilmesi diskli ya da elekli değirmenlerden yararlanılır (Kalaycıoğlu, 1991).

Yongalayıcı kapasitesi ve yonga verimi, yongalama makinelerinin kapasiteleri odun ve makineyle ilgili birçok faktöre bağlıdır. Bunların başında odunun boyutları, yonga kalınlığı, makinenin yapısı, materyalin makineye veriliş biçimi, emme tertibatı, vb. gelmektedir. Odunun özgül ağırlığı arttıkça bıçağın dayanma süresi azalır. Körelmiş bıçak ise verimi düşürür. Çok hafif odunlarda ise örneğin kavak bıçak ağzının önünde birikme yaparak kesme kuvveti gereksinimini artırır. Rutubetli odunların kaliteli yonga verimi yüksek, toz miktarı ise azdır. Ayrıca yonganın yüzeyi daha düzgün ve kalınlığı homojendir. Buna ilaveten yongalamadaki kuvvet gereksinimi daha azdır. Azalan yonga rutubetiyle orantılı olarak toplam yonga verimi düşer ve kalite bozulur (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga verimi; üretilen yonganın üretiminde kullanılan oduna oranı ekonomik bakımdan son derece önemlidir. Verimin saptanmasında yonga kaba, normal ve ince olmak üzere üç gruba ayrılır. Normal yonga üretiminde ortaya çıkan kaba yonga boyutları, özellikle kalınlığı bakımından levha üretimi için uygun değildir. Uzunluk ve genişlikteki fazlalıklar giderilebilir, fakat kalınlıktaki fazlalığın düzeltilmesi oldukça zordur. Dış tabaka yongasından çıkan kaba yongalar hemen hemen hiçbir değişiklik yapmadan orta tabakada kullanılabilir. Orta tabaka için üretilen yongaların elenmesinde açığa çıkan kaba yongaların mutlak inceltilmeleri veya öğütülmeleri gerekir (Bozkurt ve Göker, 1990).

1.3.7.4 Kurutma

Üretilen yongaların %3-5 oranına kadar kurutulması gerekir. Preslenme tekniği açısından dış tabaka yongaları daha nemli, orta tabaka daha kuru olarak hazırlanır. Kurutma 140-260°C sıcaklıkta, yonganın 1-4 m/sn'lik bir hızla kurutma silindirin etrafında 3-35 dakikalık bir yolculuk sırasında gerçekleşir (Burdurlu, 1994; Yeniocak, 2008'den).

1.3.7.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)

Levha kalitesi bakımından yonga boyutlarının homojen olması gerekir. Örneğin dış tabakada kaba yonga kullanırsa levha porozitesini artırır. Yüzey kapallılığı oluşmaz, orta tabakada ise levha kenarlarının kaplanması mümkün olmamaktadır. Çok küçük parça ve tozlar ise tutkallama ve sermede sorun yaratır. Yongaların homojenliği iki şekilde sağlanır (Kalaycıoğlu, 1991).

- Yonga içindeki çok kaba ve ince kısımlar uzaklaştırılır.
- Yonga boyutlarına göre gruplandırılır. Yongalar mekanik (eleklerle) ya da pnömatik olarak tasnif edilir.

1.3.7.6 Yongaların Taşınması

Yonga levha fabrikalarında levhaların yapımı esnasında değişik safhalarda çeşitli tipte taşıma sistemleri (konveyörler) kullanılmaktadır. Bunların yatırım masraflar, işletme giderleri, bakım ve yedek parçaları önemli ölçüde üretim masraflarını etkilemektedir. Taşıma sistemi seçiminde çok dikkatli olmak gerekir. Bütün bu ekonomik hususları yanında yongaların taşınması esnasında bozulmaması ve zarara uğramaması dikkat edilmelidir. Transportörlerin (konveyörlerin) seçiminde yonganın ağırlık, hacim ve rutubet gibi özelliklerini iyi bilinmesi çok önemlidir. Yonga levha endüstrisinde mekanik ve pnömatik tipte çeşitli konveyörler kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1990).

1.3.7.7 Yongaların Depolanması

Farklı işlemlerden geçirilmiş yaş, kuru yonga ve talaş tozları silolarda depolanmaktadır. Silolar yongaların hareket yönüne göre üçe ayrılmaktadırlar (Karakuş, 2007). Bunlar;

- Yatay silo
- Dikey silo
- Döner silo 'dur.

1.3.7.8 Yongaların Tutkallanması

Yonga levha üretiminde yongaların yan yana dizilmesi ile oluşturulduğu var sayılan her m² yonga yüzeyinde 2 gr tutkal kullanılması öngörülmektedir (Özen, 1980). Tutkallama kalitesini sağlamak için tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranlanarak hesaplanır. Çok az oranda kullanılan tutkalın tüm yongaların yüzeyini örtmesi beklenmez. Fakat tutkalın enjektörler vasıtasıyla pulverize edilmesi ile tanecik çapı küçültülerek mümkün olduğu kadar fazla yüzeyin tutkallanması sağlanır. Bu amaçla hava girdaplı, yüksek basınçlı ya da merkezkaç enjektörlerden biri kullanılır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, prese kadar

sertleşmeyi geciktirici (özellikle yaz aylarında), hidrofobik ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir (Güler ve Sancar, 2016)

1.3.7.9 Tutkal Çözeltilisinin Hazırlanması ve Homojenleştirme Depoları

Tutkal makinelerinden çıkan tutkallanmış yongaların homojenleştirme depolarında karıştırılması ile karışım homojen hale gelmiş olur.

1.3.7.10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme)

Tutkallama makinelerinden çıkan yonga levhaların homojen bir taslak halinde serilmesi ve presleme işleminin hazır hale getirilmesi yonga levha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminde uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek hata, levhanın fiziksel özelliklerini özgül ağırlığının değişmesine buna bağlı olarakta uygun preslemenin yapılmamasına sebep olur. Serilen yonga keçesinin kalınlığı, levha kalınlığının 3-20 misli olmaktadır. Tek tabakalı homojen levhalarda yongaların serme işlemi, ince ve kaba yongaların karışık olarak serilmesi şeklinde olmaktadır. Serme sistemleri dökme, rüzgarlama ve savurma olmak üzere üçe ayrılır (Biçer, 2014).

1.3.7.11 Presleme

Serme işleminden sonra meydana gelen gevşek ve kalın keçe presleme işlemiyle istenilen kalınlığa getirilir. Presleme genellikle iki aşamalı uygulanır.

Ön pres (soğuk pres), yonga levha taslak biçimlendirilirken kenarların düzgün olması için kullanılan biçimlendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri kaldırıldığında kenarların bozulmaması ve taslağın sıcak prese zarar görmeden gidebilmesi için ön preste sıkıştırma işlemi yapılır. Böylece orta ve dış tabakalar birbiri ile daha iyi bağlandığı gibi taslak yüksekliği de azalmış olur. Sıcak preslerde pres katlarını açılma yüksekliği daraltılmış ve ısı kaybı ile pres kapanma süresinden tasarruf sağlanmış olur. Sıcak pres için zararlı olan sermede yongaların levha yüzeyine meyilli düşmesi durumu ön preslemede giderilir. Ayrıca sıcak presin kapanması sırasında oluşan hava sirkülasyonu sonucu yüzeydeki yongaların yer değiştirmesi engellenmesi sağlanır (Kalaycıoğlu, 1991).

Yonga levhalarda sıcak presleme, hazırlanan taslağa levha özelliği kazandırırken bir taraftan da sıkıştırma işlemi yapmakta diğer taraftan tutkalın yarım kalmış olan kondenzasyonunun devamını sağlayarak yapıştırmayı gerçekleştirmektedir. Pereslenme süresi, taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma hızına bağlıdır. Preslenme süresi ve rutubete bağlı olarak pres basıncı ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir, bu esnada tutkal sertleşeceğinden stabil bir malzeme olur. Taslağın ısıtılması orta kısmın arzu edilen sıcaklığa getirmesi olup, levha kalınlığına bağlıdır. Pres süresi; taslağın ısınma süresi ve tutkalın sertleşme süresine bağlıdır (Kalaycıoğlu, 1991).

Pres ve presten önceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenilen şekilde olmasını sağlar. Bu elde edilen özelliklerin korunması ve üretilen levhalarda bazı kusurların oluşmasını engellemek için sıcak presleme sonrası işlemler uygulanmalıdır.

1.3.7.12 Ahşap Esaslı Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

TS EN 326-3'e (2005) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Numune Alma, Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi: Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır.

TS EN 312-1'e (2005) göre Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler: Bu standart, kaplanmamış yonga levhaların bütün tiplerinin bazı özellikleri ile ilgili şartları kapsar.

TS EN 312-3'e (2005) göre Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 3: Kuru Şartlarda, Kapalı Ortamlarda Kullanılan (mobilya dahil) Yonga Levhaların Özellikleri: Bu standart, kuru şartlarda (havadaki rutubet oranının yılın yalnızca birkaç haftasında %65' i geçtiği ve sıcaklığın 20 °C olduğu bir ortam) kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) yonga levhaların özelliklerini kapsar.

TS EN 322'ye (1999) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu

kapsar. Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır.

TS EN 310'a (1999) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini: Bu standart, en az kalınlığı 3 mm'ye eşit ve 3 mm'den daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir. Elastikiyet modülü, kuvvet-sehim diyagramının doğru oranlık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir.

TS EN 317'ye (1999) göre Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini: Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar.

TS EN 319'a (1999) göre Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Levha Yüzeyine dik Çekme Dayanımının Tayini: Bu standart, yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeyine dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir.

TS EN 320'ye (2011) göre Lif Levhalar- Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini: Türk standartları enstitüsünün yonga levhaların vida tutma kabiliyetinin ölçülmesine dair bir standardı olmadığından dolayı lif levhalarla ilgili bu standart esaslarına göre yonga levha deneyleri yapılmıştır. Bu standart, lif levhaların vida tutma kabiliyetinin tayini metodunu kapsar. Deney parçasının yüzey ve kenarlarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma kabiliyeti tayin edilir.

BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada odun hammaddesi olarak farklı ağaç türlerinden elde edilen motorlu testere talaşı (MTT) yongaları ile hazır olarak temin edilen endüstriyel yonga (EY) karışımları kullanılmıştır. Bağlayıcı madde olarak ise üre formaldehit (UF) tutkalı ve tutkalın sertleşmesine yardımcı olmak amacıyla amonyum klorür (NH_4Cl) çözeltisi kullanılmıştır.

2.1.1. Odun Hammaddesi

Hammadde olarak iğne yapraklı ağaçlardan Sahil çamı (*Pinus pinaster*), yapraklı ağaçlardan ise Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Adi dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odunu kullanılmıştır. Motorlu testere ile yongalanarak hazırlanan hammadde ile endüstriyel olarak üretilen iğne yapraklı ve yapraklı ağaç odunu yongaları karışım halinde kullanılmıştır. Endüstriyel yonga, Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha (YONGAPAN) işletmesinden orta ve üst tabaka yongaları ayrı ayrı olacak şekilde temin edilmiştir. Elde edilen endüstriyel yonga (EY) ve motorlu testere talaşı (MTT) yongalarının karışım oranı; %65 iğne yapraklı, %35 yapraklı ağaç yongaları şeklindedir. Yonga levha üretiminde kullanılacak olan yongalar Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Kompozit Levha Laboratuvarında gerekli ön işlemlerden geçirilerek üretime hazır hale getirilmiştir.

2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Levha üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalı (UF) %50 konsantrasyonda olup Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha (YONGAPAN) işletmesinden kullanıma hazır olarak temin edilmiştir.

2.1.3 Sertleştirici Madde

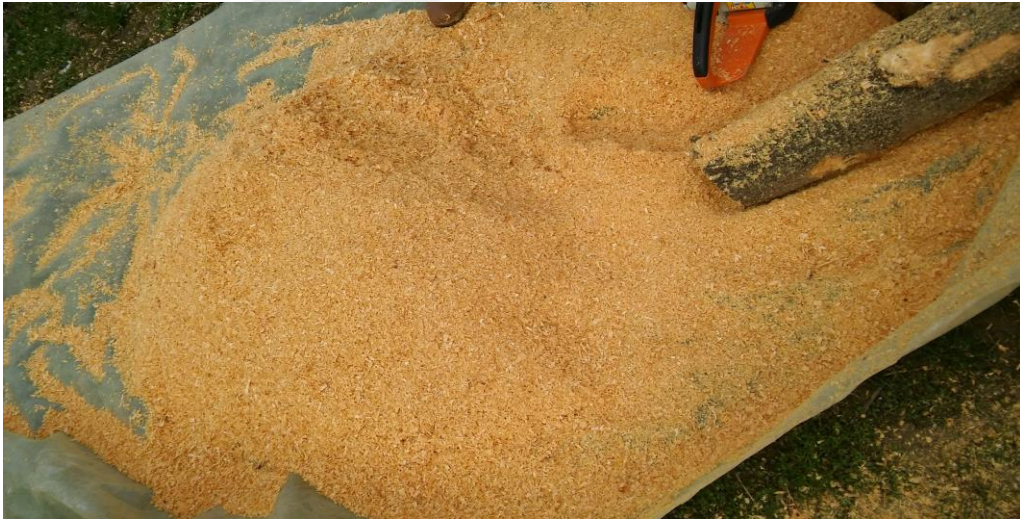
Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak laboratuvarımızda hazırlanan %1’lik amonyum klorür (NH_4Cl) çözeltisi kullanılmıştır.

2.2 Yöntem

Deney levhaları üretiminde yongaların elde edilmesini takiben eleme ve kurutma işlemleri yapılmıştır. Daha sonra tutkallanan yongalar uygun boyuttaki kalıba serilerek levha taslağı oluşturulmuştur. Taslağın ön pres ve sıcak pres işlemlerine tabi tutulması ile levha üretimi tamamlanmıştır.

2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi

Hammadde olarak MTT, odunların kabukları soyulduktan sonra motorlu ağaç kesme testeresi ile kesilerek elde edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 11: Motorlu ağaç kesme talaşı.

Elde edilen yongalar eleme ve sınıflandırma işlemi ile 3 tabakalı yonga levha üretimine uygun hale getirilmiş ve laboratuvar ortamında ön kurutma işlemine tabi tutulmuştur (Şekil 12).



Şekil 12: Yongaların serilmesi.

2.2.2 Yongaların Elenmesi

Kurutmadan önce rutubeti yaklaşık %10-12 civarı olan yongalar önce farklı boyuttaki eleklerle elenmiştir. Eleme sırasında 9,6 mm geçip 2,36 mm 8 mesh elek üzerinde kalan yongalar orta tabakada, 2,36 mm 8 mesh elek geçip 1 mm 18 mesh elekten kalan yongalar ise yüzey tabakalarında kullanılmıştır (Şekil 13).



Şekil 13: Yongaların elenmesi.

2.2.3 Yongaların Kurutulması

EY ile MTT yongalarının kurutma öncesi rutubeti yaklaşık %10-12 civarında olup, yongaların bu rutubette kullanılması levha üretimine uygun değildir. Yongaların bu rutubette kullanılması durumunda, ortaya çıkabilecek olumsuzlukları ortadan kaldırmak ve istenilen özelliklerde levha üretebilmek için yongalar kurutma işlemine tabii tutulmuştur. Bu amaçla EY ile MTT ayrı ayrı olmak üzere etüv içerisinde 120°C de 2 saat bekletilip, uygun rutubete

gelmesi sağlanmıştır. Bu sayede tutkallama öncesi %1-2'e kadar düşen rutubet levha üretimine uygun hale gelmiştir (şekil 14).



şekil 14: Yongaların etüvde kurutulması.

Levha retiminde kullanılmak üzere farklı ađaē türlerinden elde edilen orta ve yüzey tabaka MTT yongaları şekil 15'te görülmektedir.



şekil 15: Üretimde kullanılacak MTT yongaları.

2.2.4 Üre Formaldehit Tutkalın Hazırlanması

Deneme levha üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalarda %10, orta tabakalarda %8 üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Tutkala sertleştirici olarak %1 oranında amonyum klorür (NH_4Cl) ilave edilmiştir.

2.2.5 Yongaların Tutkallanması

Levhaların üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının miktarı tam kuru yonga ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Bu amaçla, bir levha üretiminde alt-üst tabaka için hesaplanan tam kuru yonga ağırlığının %10' u, orta tabaka için hesaplanan tam kuru yonga ağırlığının ise %8'i olacak şekilde üre formaldehit tutkalı hazırlanmıştır. Orta ve alt-üst tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallama işlemine tabii tutulmuşlardır.

Tutkallama işlemi iki karıştırma koluna sahip beton mikseri içerisinde yapılmıştır. Bu makinede motora bağlı milin dönmesi ile birlikte dönme hareketi karıştırıcı kazanın kenarındaki dişlilere iletilmektedir. Bu sayede kazanın dönmesi ile birlikte karıştırıcı kollar yongaları sürekli olarak karıştırmaktadır. Şekil 16'da yongaların tutkallanması ve tutkallanmış yongalar görülmektedir.



Şekil 16: Yongaların tutkallanması, Tutkallanmış yongalar.

Tutkal püskürtme işlemi 2,2 µm nozul çapına sahip boya tabancası ile yapılmıştır. Boya tabancasının alt kısmındaki aparat kompresör hortumuna takılmaktadır. Kompresörden tabancaya yaklaşık 6 kg/cm² lik bir basınç uygulanmakta olup, bu basınç tutkal çözeltisinin yoğunluğuna ve tutkallama hızına bağlı olarak ayarlanmaktadır. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama süresine dikkat edilmelidir. Tutkallama süresi kullanılan tutkalın özelliğine ve basınca bağlı olarak 1-3 dakika arasında değişmektedir. Tutkallama işleminin sonunda tutkallı yongaların rutubetleri ayrı ayrı belirlenerek alt-üst ve orta tabaka için serme ağırlığı saptanır. Tutkallama sonrası yonga rutubeti yaklaşık %8-12 arasında olmaktadır.

2.2.6 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme

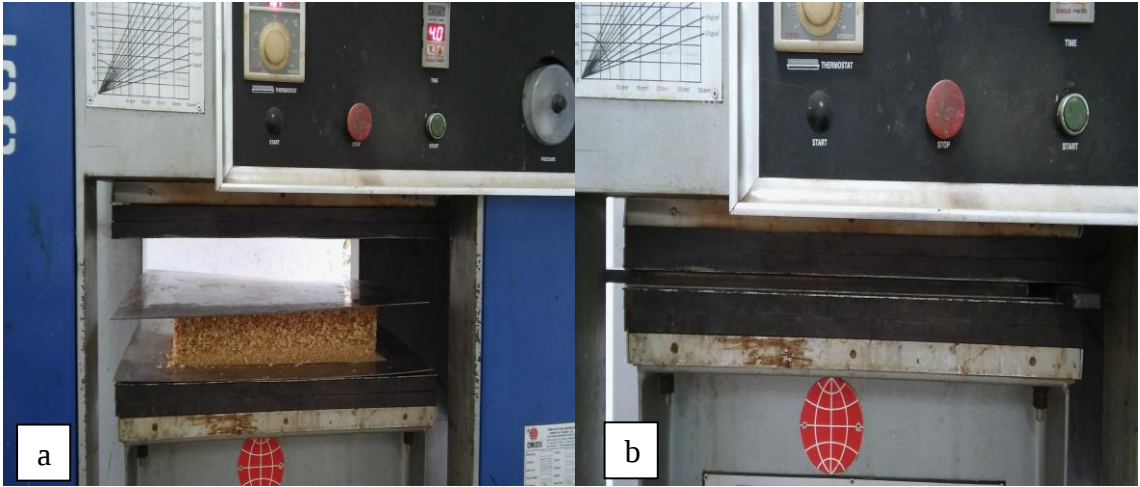
Levha taslağının hazırlanmasında 40x40 cm boyutlarında ahşap şekillendirme kalıbı kullanılmıştır. Levha taslağı, alt ve üst tabakalar %20 şer olmak üzere yüzey tabakaları levha kalınlığının %40'ını, orta tabaka ise, levha kalınlığının %60'ını oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. Levha taslağının hazırlanmasında 2 mm kalınlığa sahip pres sacı kullanılmış, taslağın saclara yapışmasını önlemek amacıyla sacın yüzeyi yanmaz özelliğe sahip kağıtla kapatılmıştır. Alt ve üst kısımları açık olan kare biçimindeki çerçeve (kalıp) üzerinde yanmaz kağıt bulunan pres sacı yerleştirildikten sonra, önce tutkallanmış alt tabaka yongaları el ile mümkün olduğu kadar homojen bir şekilde serilmiş, ardından tutkallanmış orta tabaka yongaları ve son olarak üst tabaka yongaları serilmiştir. Serme işleminden sonra yongalar şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak sıkıştırılmıştır. Daha sonra çerçeve kenarlarından tutularak yavaşça taslağı hareket ettirmemek koşulu ile kaldırılmıştır (Şekil 17). Bu işlemden sonra sıkıştırma tablası yavaşça kaldırılarak taslağın üst yüzeyine yanmaz kağıtlar yerleştirilmiştir. Bu işlemlerden sonra taslağın üst kısmına diğer pres sacı yerleştirilmiş ve taslak düzgün bir şekilde, sarsıntı olmadan pres plakaları arasına preslenmek üzere elle konulmuştur.



Şekil 17 : a.Yongaların serilmesi, b. Levha taslağı.

2.2.7 Sıcak Pres

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres pistonu altta olup, 180 ton kapasiteli ve 60x60cm ebatlarında tablolara sahiptir. Şekil 18’de levha taslağının prese yerleştirilmesi ve preslenmesi görülmektedir.



Şekil 18: a. Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi, b. preslenmesi.

Tablo 2: Levha gruplarının üretim parametreleri.

Kalınlık (mm)	12
Levha boyutları (mm)	400x400
Orta tabaka (%)	60
Alt-Üst tabaka (%)	20-20
Pres basıncı (N/mm ²)	150–180
Pres sıcaklığı (°C)	170–180
Pres süresi (dakika)	4
Gruplarda üretilen levha miktarı	3

Pres plakaları arasında plakaların her bir kenarında toplam 4 adet olmak üzere 12 mm. kalınlığında kalınlık çitası kullanılmıştır. Levha gruplarının üretim parametreleri Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 3: Levha grupları ve karışım oranları

Levha Grubu	Levha sayısı	Kaba Yonga (%60)		Yüzey Yongası (%40)		Hedeflenen Levha Yoğunluğu (gr / cm ³)
		MTT	NY	MTT	NY	
K1(EY) Kontrol	3	%0	%60	%0	%40	0,65
K2(MTT) Kontrol	3	%60	%0	%40	%0	0,65
A	3	%0	%60	%20	%20	0,65
B	3	%60	%0	%20	%20	0,65
C	3	%30	%30	%0	%40	0,65
D	3	%30	%30	%40	%0	0,65
E	3	%0	%60	%40	%0	0,65
F	3	%60	%0	%0	%40	0,65

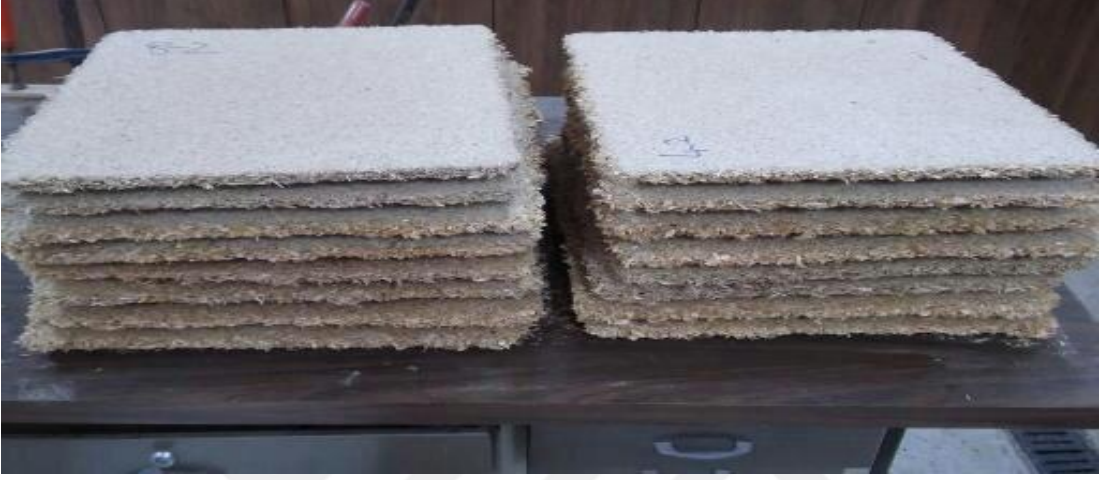
MTT: Motorlu testere talaşı,

EY: Endüstriyel yonga

Levha grupları incelendiğinde, toplam 8 farklı grup olup, her grup için de 3 adet olmak üzere toplam 24 adet levha üretilmiştir. Levha gruplarına ait bilgiler Tablo 3’de görülmektedir.

2.2.8 Presleme Sonrası İşlemler

Presleme işlemi sonucunda elde edilen levha pres sacı arasından alınarak soğumak üzere, yerden 12-18 mm. yükseklikteki 4 adet çita üzerine bırakılmıştır. Her presleme işlemi sonunda levhalar aynı şekilde çitalar kullanılarak üst üste istif yapılmış ve soğuyuncaya kadar bu şekilde bekletilmiştir. Bu sayede levhaların denge rutubetine gelmesi sağlanmıştır (Şekil 19).



Şekil 19: Üretilmiş levha grupları.

2.2.9 Numaralandırma ve Boyutlandırma

Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit edebilmek için deney örnekleri ilgili standartlara göre hazırlanmıştır. Boyutlandırma işleminden önce levhaların kenarları 2'şer cm kadar kesilerek yan alma işlemi yapılmıştır (Şekil 20).



Şekil 20: Deney levhalarında yan alma işlemi

Boyutlandırma işlemi tüm örnekleri temsil edecek şekilde olup, kesilme işleminin düzgün olması için önce yan alınma işlemi yapılmış sonra numaralandırma yapılmış ardından

örnekler kesilmiştir. Eğilme elastikiyet deneyi, çekme direnci ve su alma ve şişme deneyi için kullanılmak üzere levhalardan örnekler kesilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21: Deney levhaların boyutlandırılması.

2.3 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Deney levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri ilgili standartlara göre belirlenmiştir.

2.3.1 Fiziksel Özellikler

Fiziksel özellikleri belirlemek amacıyla rutubet, yoğunluk ve su alma-kalınlığına şişme deneyleri yapılmıştır.

Rutubet miktarı tayini TS-EN 322 (1999)'da belirlenen esaslara göre yapılmıştır. Levhanın rutubet miktarı, her bir levha grubu için 6 adet olmak üzere standarda uygun olarak 50x50mm boyutlarda hazırlanan örnekler kullanılarak belirlenmiştir. Örnekler $\pm 0,01g$ duyarlılıktaki terazide tartıldıktan sonra kurutma fırınında $103 \pm 2^\circ C$ 'de değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. 6 saat ara ile yapılan tartımlarda birbirini izleyen iki tartım arasındaki ağırlık farkının, deney parçası ağırlığının %1'inden fazla olmaması durumuna geldiğinde bu ağırlık değişmez ağırlık kabul edilmiştir. Daha sonra örnekler kurutma fırınından çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra $\pm 0,01g$ hassasiyette tartılmıştır. Örneklerin rutubet miktarları aşağıda verilen Eşitlik 1 yardımı ile hesaplanmıştır.

$$r = \frac{m_r - m_o}{m_o} * 100 \quad (1)$$

Burada;

r: Rutubet miktarı (%)

m_r: Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_o: Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

Levhaların yoğunluğunun belirlenmesi TS EN 323 (1999)' a göre yapılmış olup, TS EN 325 (1999)' e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve 50x50 mm boyutlarında her bir levhadan 15' er tane olmak üzere bir gruptan 45 adet örnek kullanılmıştır. TS EN 326-1 (1999)' e göre deney numuneleri kesilmiş, hazırlanan hava kurusu örneklerin ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır ve boyutları ise $\pm 0,01$ duyarlıdaki kumpasla ölçülmüştür. Örneklerin yoğunlukları Eşitlik 2' ye göre hesaplanmıştır.

$$d = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Burada:

d: Yoğunluk (gr/cm³)

m: Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

V: Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm³)

Su Alma ve Kalınlığa Şişme, TS EN 317 (1999)' de belirtilen esaslardan yararlanılarak her bir levhadan 5 toplamda her gruptan 10 adet örnek kullanılmıştır. Örnekler birbirine ve konulan su kabının tabanına ve kenarlarına temas etmeyecek şekilde dikine olarak yerleştirilmiş ve su içerisine daldırılmıştır. Su alma ve kalınlığına şişme deneyleri için 2 ve 24 saatlik ölçümler yapılmıştır. Numunelerin kalınlığına artım miktarları Eşitlik 3' e göre hesaplanmıştır.

$$KS = \frac{m_s - m_0}{m_0} * 100 \quad (3)$$

Burada;

K.S: Deney örneklerinin kalınlık artım miktarı (%)

ms: Deney örneğinin su almış haldeki kalınlığı (mm)

mo: Deney örneğinin tam kuru haldeki kalınlığı (mm)

Benzer şekilde aynı deney örneklerinin suya daldırmadan önceki ve 2 ve 24 saat sonraki ağırlık farklarının başlangıç ağırlığına oranlanması ile Eşitlik 4 yardımıyla su alma oranı hesaplanmıştır.

$$SA = \frac{m_2 - m_1}{m_1} * 100 \quad (4)$$

Burada;

SA: Su alma miktarı

m_1 : Örneklerin suya daldırmadan önceki ağırlığı (g)

m_2 :Örneklerin suya daldırıldıktan sonraki ağırlığı (g)

2.3.2 Mekanik Özellikler

Levhaların özellikle kullanım yeri şartlarının belirlenmesinde önem arz eden eğilme direnci-eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci testleri U test üniversal test cihazında yapılmıştır. Test işlemlerinden önce örnekler % (65 ± 5) nispi rutubet ve $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ sıcaklıkta kondisyonlama işlemine tabii tutulmuştur.

Eğilme direnci deneyleri TS EN 310 (1999)’a göre yapılmıştır. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten sonra TS EN 325 (1999)’e uygun olarak; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçülür. Yük, deney boyunca sabit hızla uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete 60 ± 30 saniyede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Her bir deney parçasının eğilme dayanımı, en büyük kuvvet “F Max” anındaki momentin en kesit alanına oranı yoluyla hesaplanır (Eşitlik 5).

$$E. D = \frac{3 * F_{max} * L}{2 * b * d^2} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (5)$$

Burada;

E.D: Eğilme direnci (N/mm²)

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

L: Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b: Deney örneğinin genişliği (mm)

d: Deney örneğinin kalınlığı (mm)

Eğilmede elastikiyet modülü EN 310 (1999)'da belirtilen standartlara uygun olarak belirlenmiştir. Örnekler, %65±5 bağıl nem ve 20±2°C sıcaklık şartlarında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar kondisyonlanmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü Eşitlik 6 yardımı ile hesaplanmıştır. Şekil 22'de eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü deneyinin yapılışı görülmektedir.



Şekil 22 : Eğilme direnci deneyi.

$$E. M = \frac{I_1^3 * (F_2 - F_1)}{4 * b * t^3 * (a_2 - a_1)} \quad (N/mm^2) \quad (6)$$

Burada;

E.M: Eğilmede elastikiyet modülü

L: Dayanak eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b: Örnek genişliği (mm)

t: Örnek kalınlığı (mm)

F2-F1: Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (N)

a₂-a₁: Kuvvet artışları nedeniyle örnek uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim farkıdır.

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319'a (1999) göre universal test makinasında yapılmıştır. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 7' ye göre hesaplanmıştır. Şekil 23'de yüzeye dik çekme direnci deneyinin yapılışı görülmektedir.



Şekil 23:Yüzeye dik çekme deneyi.

$$\text{Ç.D} = \frac{F_{\max}}{A} \quad (7)$$

Burada;

Ç.D: Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

F Max: Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

A: Örneğin enine kesit alanı (mm²)

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Levhaların fiziksel özelliklerinden özgül ağırlık ve rutubet değerleri belirlenip, 2 ve 24 saatlik su alma-kalınlığına şişme deneyleri yapılmıştır.

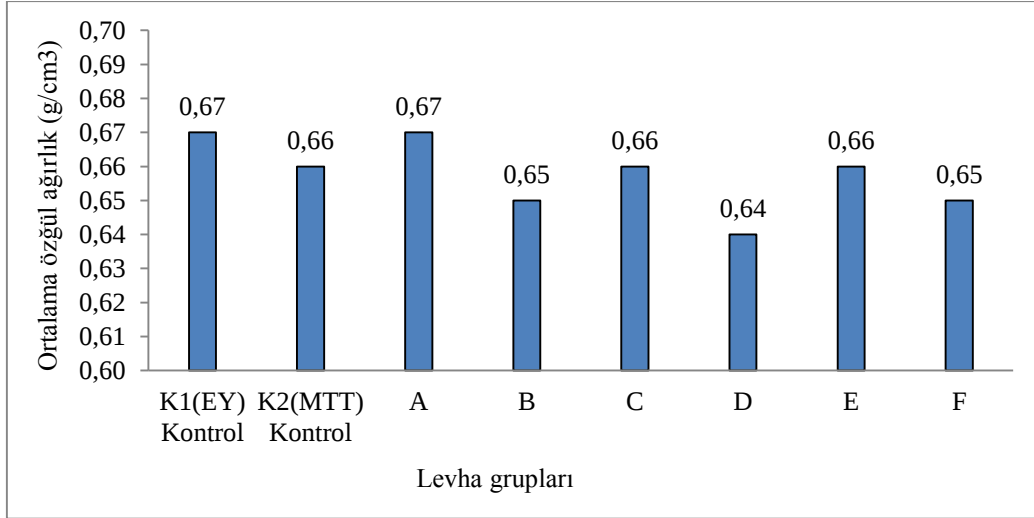
3.1.1 Özgül Ağırlık

Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık ve standart sapma değerleri Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4: Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık ait bulgular.

Levha Grubu		Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (g)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
K1 (EY) Kontrol	Ortalama	50,45	49,66	12,35	20,56	0,67
	Standart sapma	0,33	0,18	0,32	1,37	0,05
K2(MTT) Kontrol	Ortalama	50,38	49,57	11,75	19,48	0,66
	Standart sapma	0,36	0,28	0,22	138	0,05
A	Ortalama	50,19	49,87	12,02	20,08	0,67
	Standart sapma	0,46	0,56	0,22	1,24	0,05
B	Ortalama	50,36	49,61	12,05	19,54	0,65
	Standart sapma	0,24	0,16	0,27	1,27	0,05
C	Ortalama	50,46	49,59	12,23	20,12	0,66
	Standart sapma	0,21	0,14	0,33	1,56	0,05
D	Ortalama	50,44	49,61	12,03	19,36	0,64
	Standart sapma	0,26	0,16	0,29	1,44	0,06
E	Ortalama	50,33	49,61	12,13	20,05	0,66
	Standart sapma	0,74	0,18	0,25	1,14	0,04
F	Ortalama	49,86	49,61	12,06	19,35	0,65
	Standart sapma	0,66	0,15	0,22	1,71	0,06

Levha gruplarına ait özgül ağırlıklar ve boyutları incelendiğinde verilerin birbirine yakın olduğu görülmektedir. TS EN 312 standardında yonga levhalarda ortalama yoğunluğa dair toleransın $\pm \%10$ olması gerektiği belirtilmiştir. Tablo 4 incelendiğinde ortalama özgül ağırlık değerleri 0,64-0,67 g/cm³ arasında değişmekte olup, bu değerler çalışmanın başında hedeflenen 0,65g/cm³ ile mukayesede edildiğinde aradaki farkın standartlara uygun olduğu görülmektedir. İstek ve Sıradağ (2013) yapmış oldukları çalışmada yonga levhalarda yoğunluk değişiminin $\%10$ ’dan fazla olmasının levha özelliklerini istatistiksel olarak anlamlı etkilediğini belirtmişlerdir. Çalışmada elde ettiğimiz değerler ele alındığında, hedeflenen özgül ağırlık değerinden sapmanın en fazla $\%1-3$ olduğu görülmektedir.



Şekil 24: Levhaların ortalama yoğunluk değerleri.

Şekil 24’te görüldüğü gibi özgül ağırlıkları en yüksek levha grupları A ve K1 iken en düşük levha grubu ise D dir. Aynı oranda sadece yüzey veya orta tabakada MTT kullanımı ile elde edilen yoğunluk değerlerinin, yüzeyde ya da orta tabakada birlikte MTT kullanımı ile elde edilen yoğunluk değerlerinden daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

3.1.2 Rutubet

Tablo 5’ de levha gruplarının ortalama rutubet değerleri verilmiştir. Tablo 5 incelendiğinde levha gruplarının % 6 ile 7 arasında değişen değerler aldığı görülmektedir.

Tablo 5: Levha gruplarının ortalama rutubet değerleri.

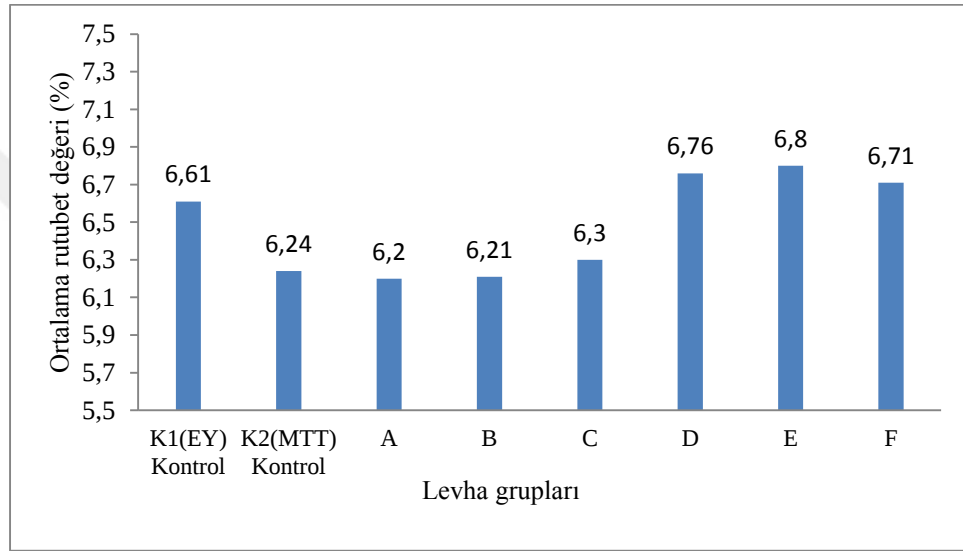
Levha Grupları	Örnek sayısı		İlk ağırlık (g)	Son ağırlık (g)	Rutubet (%)
K1 (EY) Kontrol	6	Ortalama	20,70	19,41	6,61
		Standart Sapma	0,81	0,76	0,15
K2(MTT) Kontrol	6	Ortalama	19,58	18,43	6,24
		Standart Sapma	1,57	1,49	0,14

Tablo 5: (devam ediyor).

A	6	Ortalama	20,29	19,10	6,20
		Standart Sapma	1,41	1,33	0,08
B	6	Ortalama	19,58	18,43	6,21
		Standart Sapma	1,15	1,09	0,09
C	6	Ortalama	20,77	19,54	6,30
		Standart Sapma	1,19	1,13	0,12
D	6	Ortalama	19,92	18,67	6,76

		Standart Sapma	1,05	0,89	0,18
E	6	Ortalama	20,01	18,74	6,80
		Standart Sapma	1,23	1,18	0,28
F	6	Ortalama	19,48	18,26	6,71
		Standart Sapma	1,29	1,20	0,13

Tablo 5 incelendiğinde ortalama levha rutubetlerinin TS EN 312'e (2005) standardında belirtilen %5-13 aralığında olması istenmektedir. Elde edilen levhaların rutubeti %6-7 arasında olup standartta belirtilen sınırlar içerisindedir.



Şekil 25: Levhaların ortalama rutubet değerleri.

3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı

Levha gruplarının 2 ve 24 saatlik ortalama su alma-kalınlığına şişme miktarları ile istatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen farklı homojenlik grupları ve standart sapmaları Tablo 6'da belirtilmiştir.

Tablo 6: Levha gruplarının ortalama su alma ve kalınlığına şişme değerleri.

	2 Saat K.Ş.M (%)		24 Saat K.Ş.M (%)		2 Saat S.A.M (%)		24 Saat S.A.M (%)	
Levha grupları	x	Sd	x	Sd	x	Sd	x	Sd

K1 (EY) Kontrol	29,51ab	4,01	32,38abc	4,92	75,14a	4,40	81,87a	5,78
K2(MTT) Kontrol	27,34a	3,13	29,05a	9,87	83,85bcd	5,85	94,86bcd	6,58
A	30,86abc	3,58	34,68bc	3,60	78,30ab	4,14	88,93b	4,78
B	31,07abc	6,77	35,65bc	7,73	89,68e	6,96	99,71d	6,59
C	29,17ab	3,11	31,98ab	3,63	82,84bc	6,58	92,77bc	6,38
D	32,44bc	4,00	36,73bc	4,54	89,16de	8,17	98,11cd	7,47
E	34,44c	2,98	38,02c	3,30	84,13a	3,91	92,44bc	3,33
F	30,21ab	2,95	33,21abc	3,56	87,31cde	7,71	97,75cd	7,84

Not: K.Ş.M: Kalınlığına şişme miktarı, S.A.M: Su alma miktarı, Sd: Standart sapma, x: Ortalama değer. Harfler Duncan testi sonucunda elde edilen farklı homojenlik gruplarını ifade etmektedir

Tablo 6’da görüldüğü gibi levha gruplarının 2 ve 24 saatlik su alma ve kalınlığına şişme oranları farklılık göstermektedir.

Su alma ve kalınlığa şişme miktarlarında kontrol grubu olan %100 EY levhaların kalınlığa şişme oranları K2, MTT kullanılarak üretilen levhalardan daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ancak karışım halinde kullanılan gruplarda bu önceliği sağlamamıştır.

Orta tabakada MTT kullanım oranının artması ile su alma ve şişme değerlerinin yükseldiği görülmektedir. %30 MTT, %30 EY ile %100 EY kullanılmasında kontrol K1 levhalarına göre kalınlığa şişme oranı azalmıştır.

2 ve 24 saat kalınlığına şişme değerleri incelendiğinde orta tabakada %60 EY, yüzey tabakasında %40 oranında tek başına MTT kullanılan E grubunun en yüksek değeri aldığı tespit edilmiştir. Su alma oranları incelendiğinde ise 2 ve 24 saat için en düşük değerler sırasıyla %75,14 ve %81,87 ile EY kontrol grubunda elde edilmiştir. EY ve MTT’nin karışım halinde kullanılması ile elde edilen tüm değerlerin bu gruptan daha yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Karakuş (2007), sera atıkları (Domates, patlıcan ve biber) kullanılarak ürettiği üç tabakalı orta yoğunluklu yonga levhaların kalınlığa şişme değerlerini %44 ile %117 arasında, Usta (2011) ise çay bitkisi atıklarından ürettiği düşük yoğunluğa sahip yonga levhaların %17 ile %34.8 arasında olduğunu tespit etmiştir. Bir başka çalışmada ise lavanta bitkisi ile kızılçam yongalarından elde edilen orta yoğunlukta levha gruplarının kalınlığa şişme değerlerinin

%34,36 ile %76,98 arasında olduğu belirtilmiştir (Sevinçli, 2014). Bu sonuçlar incelendiğinde, çalışmamızda MTT kullanılarak üretilen levha gruplarında elde edilen kalınlığa şişme değerleri ile benzerlik gösterdiği tespit edilmiştir.

3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Levha gruplarının mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla yüzeye dik çekme, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü testleri yapılmıştır.

3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci

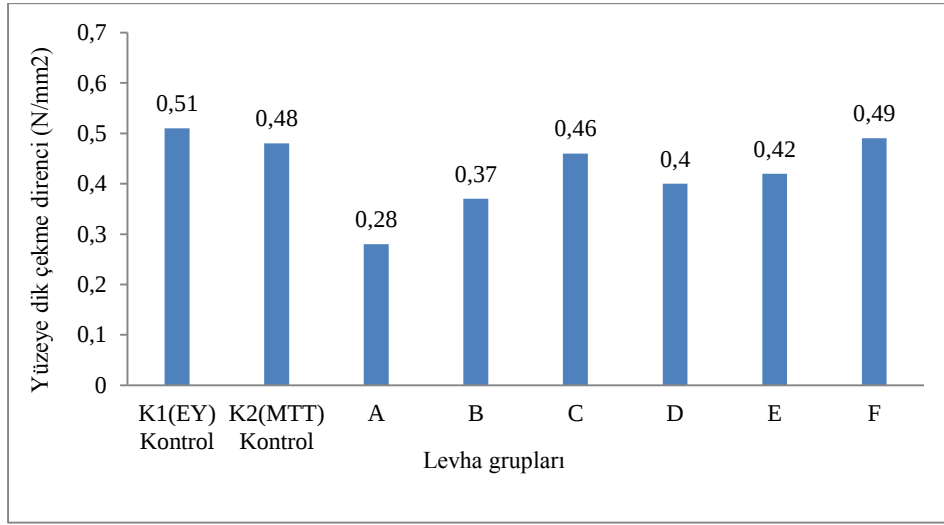
MTT ve EY içeren levha gruplarının yüzeye dik çekme direnci değerleri ile istatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen farklı homojenlik grupları ve standart sapmaları Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: Levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)				
Levha grupları	n	x	Standart Sapma	Varyasyon Katsayısı
K1 (EY) Kontrol	6	0,51b	0,02	3,9
K2(MTT) Kontrol	6	0,48ab	0,07	14,6
A	6	0,28a	0,01	3,6
B	6	0,37ab	0,07	18,9
C	6	0,46ab	0,05	10,9
D	6	0,40ab	0,04	10
E	6	0,42ab	0,02	4,8
F	6	0,49ab	0,02	4,1

Harfler Duncan testi sonucunda elde edilen farklı homojenlik gruplarını ifade etmektedir.

Tablo 7 incelendiğinde en yüksek yüzeye dik çekme direnci tamamen EY ile üretilen K1 grubunda 0,51 N/mm² olarak ölçülürken, en düşük değer 0,28 N/mm² içeren A grubunda görülmüştür. Tablo 7’de görüldüğü gibi levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme dirençleri farklılık göstermektedir. Şekil 26’da levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri görülmektedir.



Şekil 26: Levha gruplarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Orta tabakalarında sadece endüstriyel yonga (EY) kullanılan A ve E grubu karşılaştırıldığında yüzeyde sadece %40 oranında MTT kullanılan E grubunda $0,42 \text{ N/mm}^2$ olarak elde edilen yüzeye dik çekme direnci, yüzey tabakasında MTT ve EY'nin %20-%20 olarak karışım halinde kullanıldığı A grubunda $0,28 \text{ N/mm}^2$ olarak ölçülmüştür. Benzer bir şekilde orta tabakalarında sadece MTT kullanılan B ve F grupları karşılaştırıldığında yüzey tabakasında MTT ve EY'nin %20-%20 olarak kullanıldığı B grubunda $0,37 \text{ N/mm}^2$ olan yüzeye dik çekme direnci, yüzey tabakasında sadece EY kullanılan F grubunda $0,49 \text{ N/mm}^2$ olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar tabakalarında kullanılan yonga tipinden bağımsız olarak yüzey tabakalarında tek tip yonga kullanımının MTT ve EY karışımı kullanımına göre daha yüksek yüzeye dik çekme direnci verdiğini göstermektedir.

Orta tabakalarda eşit miktarda ve aynı tip yonga kullanılan C ve D grupları karşılaştırıldığında, yüzey tabakasında sadece EY kullanılan C grubunda $0,46 \text{ N/mm}^2$ olarak elde edilen yüzeye dik çekme direnci, yüzey tabakasında sadece MTT kullanılan D grubunda $0,40 \text{ N/mm}^2$ olarak elde edilmiştir. Benzer bir durum F ve K1 grupları içinde geçerlidir. Bu sonuçlar orta tabaka yonga tipi ve oranı aynı olmak koşulu ile yüzey tabakalarında EY kullanımında MTT kullanımına göre daha yüksek yüzeye dik çekme direnci elde edildiğini göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar TS EN 312 (2005) standartları ile karşılaştırıldığında tüm levha gruplarında elde edilen değerlerin kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar için

özellikler (Tip P1) standardında belirtilen 0,28 N/mm² değerini karşıladığı görülmektedir. Ayrıca; K1, K2, C, D, E ve F grupları Tip P2 (Kuru şartlarda iç uygulamalarda (mobilya dâhil) kullanılan levhalar için özellikler) ve Tip P4 (Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için özellikler) için gerekli değer olan 0,40 N/mm² değerini sağlarken, K1, K2, C ve F grupları Tip P3 (Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar) için belirtilen 0,45 N/mm² değerini karşılamaktadır.

3.2.2 Eğilme Direnci ve Elastikiyet Modülü

Levha gruplarının ortalama eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri ile istatistiksel değerlendirme sonucu elde edilen farklı homojenlik grupları ve standart sapmaları Tablo 8’ de verilmiştir.

Tablo 8: Levha gruplarının ortalama eğilme direnci ve elastikiyet modülü değerleri.

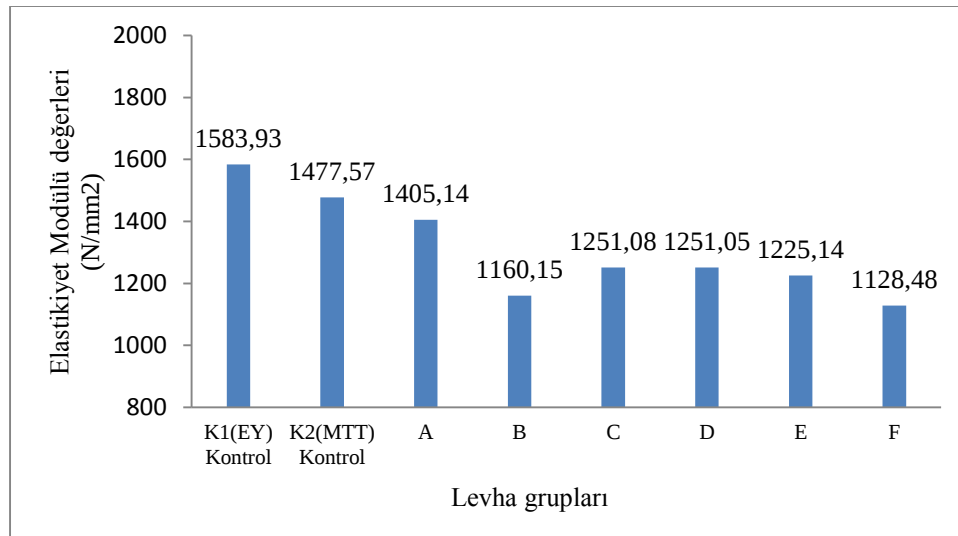
Levha grupları	Eğilme Direnci (N/mm ²)				Elastikiyet Modülü (N/mm ²)			
	n	x	Sd	V _k	n	x	Sd	V _k
K1(EY) Kontrol	6	12,23a	2,79	23	6	1583,93b	467,87	30
K2(MTT) Kontrol	6	12,84a	2,24	17	6	1477,57ab	249,80	17
A	6	12,05a	2,45	20	6	1405,14ab	371,59	26
B	6	11,16a	12,0	12	6	1160,15ab	298,37	26
C	6	10,83a	2,56	24	6	1251,08ab	313,37	25
D	6	11,92a	1,79	15	6	1251,05ab	261,09	21
Tablo 8: (devam ediyor).								
E	6	10,29a	2,97	29	6	1225,14ab	354,17	29
F	6	10,31a	2,52	24	6	1128,48a	303,36	27

n: Örnek sayısı, $\bar{x}$:Ortalama değer, Sd: Standart sapma, V_k : Varyasyon katsayısı. Harfler Duncan testi sonucunda elde edilen farklı homojenlik gruplarını ifade etmektedir.

Tablo 8 incelendiğinde en yüksek eğilme direnci değeri $12,84 \text{ N/mm}^2$ ile tamamen MTT ile üretilen K2 levhasında görülürken, en düşük değer $10,29 \text{ N/mm}^2$ ile orta tabakada %60 EY ile üst tabakada %40 MTT kullanılan E grubunda elde edilmiştir. Elastikiyet modülü değerleri incelendiğinde ise en yüksek değer tamamen EY ile üretilen K1 levha grubunda $1583,93 \text{ N/mm}^2$ olarak elde edilirken, en düşük değer orta tabakada sadece MTT, yüzey tabakasında ise sadece EY kullanılan F levha grubunda $1128,48 \text{ N/mm}^2$ olarak elde edilmiştir.

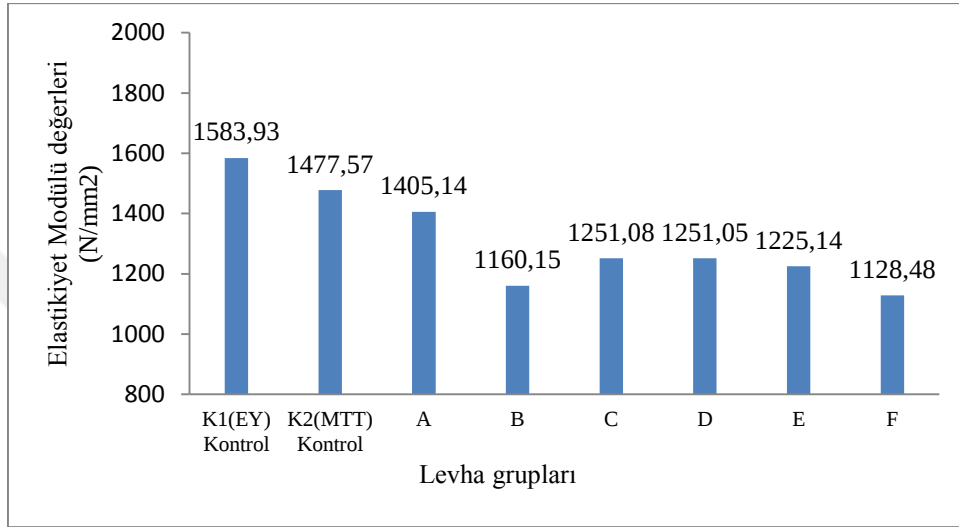
Orta tabakalarında aynı oranda ve sadece MTT kullanılan K2, B ve F grupları karşılaştırıldığında eğilme direnci; eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri yüzey tabakalarında sadece MTT kullanılan K2 grubunda $12,84; 1477,57 \text{ N/mm}^2$, eşit miktarda MTT ve EY kullanılan B grubunda $11,16; 1160,15 \text{ N/mm}^2$ ve sadece EY kullanılan F grubunda $10,31; 1128,48 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur.

Orta tabakalarında aynı oranda ve sadece EY kullanılan A, E ve K1 grupları karşılaştırıldığında eğilme direnci; eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri yüzey tabakalarında sadece EY kullanılan K1 grubunda ise $12,23; 1583,93 \text{ N/mm}^2$, eşit miktarda MTT ve EY kullanılan A grubunda $12,05; 1405,14 \text{ N/mm}^2$ ve sadece MTT kullanılan E grubunda ise $10,29; 1225,14 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Şekil 27’de levhaların ortalama eğilme direnci değerleri görülmektedir.



Şekil 27 :Levhaların ortalama eğilme direnci değerleri.

Bu sonuçlara göre orta tabakalarda kullanılan yonga tipi ve miktarına bağlı olmaksızın, yüzey tabakalarında sadece EY veya MTT kullanımı ile elde edilen eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerinin, yüzey tabakalarında EY ve MTT'nin karışım halinde kullanılan değerlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 28 :Levhaların elastikiyet modülü direnci değerleri.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Diğer endüstrilerde olduğu gibi yonga levha endüstrisinde de düşük maliyetli yüksek kaliteli ve verimli ürün üretimi hedeflenmektedir. Günümüzde yonga levhaya alternatif olabilecek levha ürünleri olmasına rağmen hiçbiri tam olarak yonga levhanın yerini alamamıştır. Yonga levhanın gerek üretim maliyetleri gerekse de talep edilme bakımından orman ürünleri sanayinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Ahşap esaslı levha sektöründe yüksek kaliteli

levha üretme, müşteri istek ve ihtiyaçlarını karşılayabilme ve düşük maliyetle üretim yapma hedeflenmektedir. Son on yıllardır ahşap esaslı levhalara olan talebi karşılamak amacıyla yeni tesislerin kurulması ve mevcut tesislerin kapasitesini arttırmasına bağlı olarak hammadde talebi de artmıştır. Hammadde olarak yuvarlak odun dışında yıllık bitkiler, tarımsal atıklar, orman endüstrisi işleme atıkları gibi diğer lignoselülozik özellikteki hammaddelerin değerlendirilmesi konusunda araştırmalar ve uygulamalar hız kazanmıştır.

Bu çalışmada hammadde olarak iğne yapraklı ağaçlardan Sahil çamı (*Pinus pinaster*), yapraklı ağaçlardan da Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Adi dişbudak (*Fraxinus excelsior*) odunlarından motorlu testerele üretilen yongalar ile ve piyasadan temin edilen hazır yongalar kullanılmıştır. Elde edilen odun ve motorlu testere talaşı yongalarının %65 iğne yapraklı, %35 yapraklı ağaç yonga karışım oranlarında üre formaldehit tutkalı kullanılarak levhalar üretilmiştir.

Çalışmamızda üretilen deney levhalarının özgül ağırlıkları ortalama 0,64-0,67 g/cm³ arasında değiştiği belirlenmiştir. Çalışmanın başında hedeflenen 0,65g/cm³ ile mukayesede edildiğinde özgül ağırlık farklarının TS EN 312 (2005) standardına uygun olduğu ve sapma toleransın $\pm$ %10'dan düşük olduğu belirtilmiştir.

Çalışmamızda elde edilen levhaların ortalama rutubet değişimlerinin %6-7 arasında olduğu ve bu değerler standarttaki belirtilen sınırlar içerisinde olduğu görülmüştür. TS EN 312 (2005) standardında ortalama levha rutubetlerinin %5-13 aralığında olması gerektiği vurgulanmaktadır.

Levhaların fiziksel özelliklerinden 2 ve 24 saatlik ortalama su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin TS EN 312 (2005) standardında belirtilen değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. Standartta 24 saatlik kalınlığına şişme değerinin Tip P3 (Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar) için %14, Tip P4 (Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için özellikler) için ise %16 olması istenmektedir. Çalışmamızdan elde edilen 24 saatlik kalınlığına şişme değerleri ise %29-34 aralığındadır. Bu değerler su itici ilave bir katkı maddesiyle bir miktar aşağı çekilebilir.

Yüzeye dik çekme direnci için elde edilen sonuçlar TS EN 312 (2005) standartları ile karşılaştırıldığında tüm levha gruplarında elde edilen değerlerin kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar için özellikler (Tip P1) standardında belirtilen 0,28 N/mm² değerini

karşıladığı görülmektedir. Ayrıca; K2, C, D, E, F ve K1 grupları Tip P2 (Kuru şartlarda iç uygulamalarda (mobilya dâhil) kullanılan levhalar için özellikler) ve Tip P4 (Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar için özellikler) için gerekli değer olan 0,40 N/mm² değerini sağlarken, K2, C, F ve K1 grupları Tip P3 (Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar) için belirtilen 0,45 N/mm² değerini karşılamaktadır.

Eğilme direnci sonuçları TS EN 312 (2005) standartları ile karşılaştırıldığında eğilme direnci için sadece tamamen MTT ile üretilen K2 levha grubunda elde edilen 12,84 N/mm² değerinin, kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar için özellikler (Tip P1) standardında belirtilen 12,50 N/mm² değerini karşıladığı görülmektedir. Eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri ise TS EN 312 (2005) standardında belirtilen değerlerin altında kalmış olup, herhangi bir kullanım sınıfını karşılayacak değeri sağlamamıştır.

MTT ve NY karışımlarında mekanik özelliklerin nispeten daha düşük olması MTT kullanımı ile yonga yüzey alanının genişlemesi ve birim hacimdeki tutkal miktarının azalması, aynı zamanda MTT yongalarının EY'lere göre daha ince olmasından dolayı bireysel yonga direncini düşürmesi ile açıklanabileceği düşünülmektedir.

4.2 Öneriler

Çalışma sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde aşağıdaki öneriler yapılabilir;

- Hammadde olarak MTT ile yonga levha üretilebileceği ve bu levhaların kullanım yeri olarak genel amaçlı kullanımlar ile mobilya üretiminde fazla direnç gerektirmeyen kısımlarda değerlendirilmesinin daha uygun olacağı anlaşılmıştır.
- Genel olarak MTT ve EY'nin tek başına kullanılmaları durumunda karışım halinde kullanılmalarına göre daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler gösterdiği belirlenmiştir. Kullanım yerinde beklenen performansa göre üretimde bu hususa dikkat edilebilir.
- Levhaların fiziksel özelliklerinden su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin yüksek olması nedeniyle böyle yongaların kullanılması düşünülen uygulamalarda mutlaka hidrofob maddeler kullanılmalıdır.
- Farklı ağaç türlerinin MTT yongaları tek başlarına ya da EY ile karışım halinde kullanılarak farklı çalışmalar yapılabilir.

- Farklı ağaç türlerinin MTT denemeleri yapılarak bu çalışmada elde edilen sonuçlar desteklenmelidir.
- MTT ve EY karışımı ile üretilen levhalarda daha iyi fiziksel ve mekanik özellikler sağlamak amacıyla üretime farklı tutkallarla denemeler yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T., Göker, Y. ve Ayrılmış, N. (2002). Osb levhaların kontrplak yerine kullanılması. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, cilt. 52, 65:79 s.
- Aydın, U. (2016). Yonga Geometrisi ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 92 s.
- Biçer, A. (2014). Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-CMC) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 169 s.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 263 s.
- Burdurlu, E. (1994). *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknolojisi*, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 322 s.
- Çakır, G. (2012). Bor Katkılı Karasuyu ile Emprenye Edilmiş Bağ Budama Artıklarından Üretilmiş Yonga Levhaların Fiziksel, Mekanik ve Çürüklük Direncine Olan Etkisinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 101 s.
- 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, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul, 142 s.

Dayanıklıoğlu, S. (2016). Yonga Sanayiciler Derneği, Levha Sektör Değerlendirmesi, İstanbul, 12 s.

Geçgel, A. (2010). Bağ Budama Artıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların Çeşitli Malzemeler İle Güçlendirilerek Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, Muğla, 115 s.

Gerjeansen, R.O. (1972). *Properties of particleboard from sunflower stalks and aspen planer shavings*. University of Minnesota Agriculture Experiment Station, Technical Bulletin, USA, 311:8.

Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yongalevhaların kullanım yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, (7): 128-133 s.

Gözalan, M. (2016). Yonga Levhalarda Parafin Kullanım Miktarının Optimizasyonu Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 117 s.

Güller, B. (2001). Odun kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: A Sayı: 2, 135-160 s.

Güler, C., Özen, R. ve Kalaycıoğlu, H. (2001). Pamuk saplarından üretilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri. *Fen ve Mühendislik Dergisi*, Cilt 4, sayı 1, 99-108 s.

Güler, C., ve Semih, S. (2016). Yonga levha fabrikasının çalışma prensibi ve farklı presleme tekniğinin levha kalitesi üzerine etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, cilt.12, sayı 1, 1-10 s.

Gürü, M., Tekeli, S. ve Bilici İ. (2006). Manufacturing of urea-formaldehyde-based coimposite particleboard from almond Shell. *Materials and Design* (27), 1148-1151 s.

İstek, A. (1999). Buğday Saplarından (*Triticum aestivum L.*) Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 163 s.

İstek, A., ve Sıradağ, H. (2013). The effect of density on particleboard properties. *ICFS, International Caucasion Forestry Symposium*. Artvin, pp: 932-938.

Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (*Pinus pinaster Ait.*) Odunlarının Yonga levha Üretiminde Kullanılması İmkânları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 135 s.

- Karakuş, B. (2007). Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarından Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 96 s.
- Kılıç, N. (2014). *Orman Ürünleri Sanayi*, Ar&Ge Bülten, 11 s.
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H., (2000). Yonga levha teknolojisi. *Laminart* (7): 120-126
- Nemli, G., Kırıcı, H. ve Serdar, B. Ay, N., 2003. Suitability of kiwi (*Actinidia sinensis* Planch) prunings for participle board manufacturing. *Industrial Crops and Products* 17:39-46.
- OGM, 2015. Orman Genel Müdürlüğü 2015 *Türkiye Varlığı Kitabı* 35 s, www.ogm.gov.tr
- Özen, E. (2009). Bağ Budama Atıklarından Elde Edilen Levhaların Bazı Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi ve Mobilya Köşe Birleştirmelerinin Performans Özelliklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Ankara, 158 s.
- Özen, R. (1980). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Notları: 30, Trabzon.
- Özlüsoylu, İ. (2016). Üre Formaldehit Tutkalının Sodyum-Karboksimetilselüloz İle Modifikasyonun Yonga Levhaların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 159 s.
- Sevinçli, Y. (2014). Atık Lavanta Bitkisinden Üretilen Yonga Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Eğitim Anabilim Dalı, Isparta, 69 s.
- Topbaşlı, B. (2013). Atık Muz Kabuklarından Üretilen Yonga Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yapı Bilimler Anabilim Dalı, Isparta, 68 s.
- TS EN 309, (1999). Ahşap yonga levhalar, Tarif ve sınıflandırma, TSE, Ankara.
- TS EN 310, (1999). Ahşap esaslı levhalar, Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 312-1, (2005). Yonga levhalar, Bölüm 1: Bütün levhalar için genel özellikler, TSE, Ankara.
- TS EN 312-2, (2005). Yonga levhalar, Bölüm 2: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhaların özellikleri, TSE, Ankara.
- TS EN 312-3, (2005). Yonga levhalar, Bölüm 3: Kuru şartlarda kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) yonga levhaların özellikleri, TSE, Ankara.

- TS EN 317, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar, Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 319, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar, Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 320, (2011). Yonga levhalar ve lif levhalar, Vida tutma mukavemetinin tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 322, (1999). Ahşap levhalar, Rutubet miktarının tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 323-1, (1999). Ahşap yonga levhalar, Özgül kütlenin tayin edilmesi, TSE, Ankara.
- TS-EN 323, (1999). Ahşap esaslı levhalar, Deney parçalarının boyutlarının tayini. TSE, Ankara.
- TS EN 325, (2012) Ahşap Esaslı Levhalar – Deney Parçası Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.
- TS EN 326-3, (2005). Ahşap esaslı levhalar, Numune alma, kesme ve muayene, Bölüm 3: Ayrılan bir levha partisinin muayenesi. TSE, Ankara.
- TS 4894 EN 120 Ahşap esaslı levhalar, Formaldehit miktarının tayini, Ekstraksiyon metodu ile ayırma. TSE, Ankara.
- URL-1 (2017). <http://www.ogm.tr/Sayfalar/Ormanlarimiz/Türkiye-Orman-Varlığı-Haritası.aspx> (08 Mart 2017)
- URL-2 (2017). <http://www.evricom.bg/tr/> (10 Nisan 2017)
- Usta, P. (2011). Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimler Enstitüsü, Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta, 71 s.
- Yeniocak, M. (2008). Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 87 s.
- Wang, D. ve Sun, X. (2002). Low density particleboard from wheat straw and com pith. *Ind Crops and Prod*, 15: 43-50.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Sıddık Çelik
Doğum Yeri ve Tarihi : Kars/29.04.1979
Medeni Hali : Evli (2004)

Eğitim Durumu

Lise : Kocasinan Lisesi KAYSERİ
Ön Lisans Öğrenimi : Selçuk Üniversitesi TMMYO- Makina Bölümü
KONYA (2002)
Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi Orman Endüstri
Mühendisliği Bölümü (2014)
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Orman Ürünleri
Kimyası ve Teknolojisi Bilim Dalı
Bildiği Yabancı Diller :
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : İstek, A., Özlüsoylu İ., Gönül, Ş., ve Çelik, S. (2017).
“Ahşap Esaslı Levha Sektöründe Kullanılan Yanma
Geciktiriciler,” *Journal of Advanced Technology
Sciences*, Issn:2147-345 (basım aşamasında)

İş Deneyimi

Stajlar : Bartın Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü 2013
Çalıştığı Kurumlar : Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Taşra teşkilatı (Ağrı Ocak
2007, Bartın 2010-)

İletişim

E-Posta Adresi : sddkcelik@gmail.com, ufukcan38@hotmail.com

Tarih : 12/09/2017 (Tez sınav tarihi)

