

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ATIK MUZ KABUKLARINDAN ÜRETİLEN YONGA
LEVHANIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

Bülent TOPBAŞLI

**Danışman
Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TAŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
YAPI EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
ISPARTA – 2013**

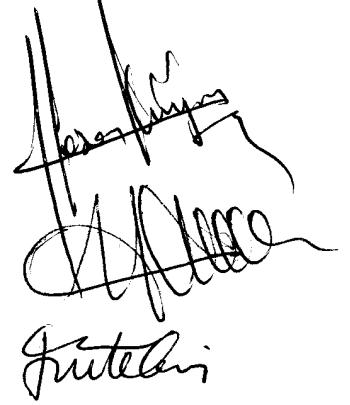
© 2013 [Bülent TOPBAŞLI]

TEZ ONAYI

Bülent TOPBAŞLI tarafından hazırlanan "Atık Muz Kabuklarından Üretilen Yonga Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

Danışman

Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TAŞ
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mustafa ALTINOK
Gazi Üniversitesi

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Ergün GÜNTEKİN
Süleyman Demirel Üniversitesi

Enstitü Müdürü

Prof. Dr. Mehmet Cengiz KAYACAN

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Bülent TOPBAŞLI



İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇİNDEKİLER.....	i
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Yonga Levhanın Tanımı.....	3
2.2. Yonga Levha Üretiminin Tarihçesi	4
2.3. Yonga Levhaların Sınıflandırılması.....	4
2.3.1. Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar	4
2.3.2. Üretim şekillerine göre yonga levhalar.....	4
2.3.3. Tabaka sayılarına göre yonga levhalar	5
2.3.4. Yüzey işlemlerine göre yonga levhalar	5
2.3.5. Kalınlıklarına göre(mm) yonga levhalar	5
2.3.6. Kullanış amacına göre yonga levhalar	5
2.3.7. Tutkal ve bağlayıcı cinsine göre yonga levhalar	5
2.3.8. Yüzey kaplama malzemesine göre yonga levhalar	6
2.3.9. Üretimde kullanılmış hammadde cinsine göre yonga levhalar	6
2.3.10. Presleme yöntemine göre yonga levhalar	6
2.4. Yonga Levha Kullanım Alanları	6
2.4.1. Kat döşemeleri.....	6
2.4.2. Prefabrik ev yapımı	7
2.4.3. Kapı imalatı	7
2.4.4. Merdiven basamakları	7
2.4.5. Endüstriyel yonga levhalar	7
2.5. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri.....	8
2.5.1. Odun	8
2.5.2. Yıllık bitkiler.....	9
2.5.3. Yapıştırıcı Maddeler	17
2.5.3.1. Üre formaldehit tutkalı (ÜF)	17
2.5.3.2. Fenol formaldehit tutkalı	17
2.5.3.3. Melamin formaldehit tutkalı.....	18
2.5.3.4. Resorsin formaldehit tutkalı	18
2.5.3.5. Termoplastik Tutkallar	19
2.5.3.6. Katkı maddeleri	19
2.5.3.7. Sertleştirici maddeler.....	20
2.5.3.8. Koruyucu maddeler.....	20
2.5.3.9. Yanmayı geciktirici maddeler	21
2.6. Yonga Levha Üretim Teknolojileri	21
2.6.1. Üretimde kullanılan hammaddeler	22
2.6.2. Hammadde odununun depolanması	22
2.6.3. Kabuk soyma	23

2.6.4. Yongalama	23
2.6.4.1. Kaba yongalama	24
2.6.4.2. Normal yongalama	24
2.6.4.3. İnce yongalama	24
2.6.5. Yongaların kurutulması	24
2.6.6. Yongaların sınıflandırılması (Eleme)	25
2.6.7. Tutkallama ve diğer katkı maddelerinin ilavesi	26
2.6.8. Taslak oluşturma (Serme)	27
2.6.9. Presleme	28
2.6.9.1. Soğuk pres (Ön presleme)	28
2.6.9.2. Sıcak pres	29
2.6.10. Tamamlama (Bitirme)	29
3. MATERYAL VE METOT	31
3.1. Materyal	31
3.1.1. Atık muz kabukları	31
3.1.2. Kızılçam yongası	31
3.1.3. Yapıştırıcı madde	31
3.1.4. Sertleştirici maddeler	32
3.2. Metot	32
3.2.1. Yonga levhaların üretimi	32
3.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerin Tayini	39
3.3.1. Fiziksel özellikler	39
3.3.1.1. Yoğunluk	39
3.3.1.2. Kalınlık artış miktarı	40
3.3.2. Mekanik özellikler	41
3.3.2.1. Eğilme direnci	41
3.3.2.2. Eğilmede elastikiyet modülü	42
3.3.2.3. Yüzeye dik çekme direnci	43
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA	45
4.1. Atık Muz Kabuğu Yongası ve Kızılçam Yongası Kullanılarak Üretilen Levhaların Fiziksel Özellikleri	45
4.1.1. Yoğunluk verileri	45
4.1.2. Kalınlık artış verileri	47
4.2. Atık Muz Kabuğu Yongası ve Kızılçam Yongası Kullanılarak Üretilen Levhaların Mekanik Özellikleri	51
4.2.1. Yüzeye dik çekme verileri	51
4.2.2. Eğilme direnci	55
4.2.3. Elastikiyet modülü	59
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
KAYNAKLAR	63
ÖZGEÇMİŞ	68

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ATIK MUZ KABUKLARINDAN ÜRETİLEN YONGA LEVHANIN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Bülent TOPBAŞLI

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Yapı Eğitimi Anabilim Dalı**

Danışman: Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TAŞ

Bu tez çalışmasında, laboratuvar şartlarında farklı karışım oranlarına sahip (%0-%100,%25-%75,%50-%50,%75-%25,%100-%0) atık muz kabuğu ve kızılçam yongalarından, bağlayıcı olarak kullanılan Üre Formaldehit tutkalının değişen oranlarına göre (%6,%8,%10) 0.65gr/cm³ yoğunluklu yonga levhalar üretilmiştir.

Yonga levhaların bazı fiziksel (Yoğunluk ve kalınlık artış miktarı) ve mekanik özellikleri (Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci)deneyssel çalışmalar neticesinde belirlenmiştir.

Deney sonuçlarından elde edilen veriler istatistiksel olarak incelenerek anlamlı olup olmadıklarını belirlemek amacı ile çoklu Varyans analizi yapılmıştır. Aralarında anlamlı ilişki çıkan tüm değişkenlerin, kendi grupları içerisinde birbirlerine karşı en küçük farklılıklarını belirlemek için Duncan testleri yapılmıştır.

Bu tezin araştırma sonuçlarına göre; Karışım ve tutkal oranının deney sonuçlarını değiştirdiği, tutkal bakımından en düşük değerlerin %6en yüksek değerlerin ise %10 tutkal oranına sahip deney örneklerinden elde edildiği ancak deney gruplarına ait hiçbir yonga levha örneğinin elastikiyet modülü değeri vermediği, bu nedenle atık muz kabuğu yongalarından 0.65gr/cm³ yoğunlukta, belirlenen karışım ve tutkal oranlarına göre TS-EN standartlarına ve P1 şartlarına uygun bir levhanın üretilmeyeceği ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Atık muz kabukları, yonga levha, fiziksel ve mekanik özellikler, tutkal oranı, karışım oranı, üre formaldehit tutkalı.

2013, 68sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

INVESTIGATION OF THE MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF THE PARTICLEBOARD PRODUCED FROM WASTE BANANA PEEL

Bülent TOPBAŞLI

**SüleymanDemirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Construction Education**

Advisor: Assist. Prof. Dr. H. Hüseyin TAŞ

In this thesis, red pine with density of 0.65gr/cm^3 were produced by using waste banana peel, pinusbrutia and urea formaldehyde binder. Within the scope of the study, different proportions of banana peel and pinusbrutia, 0-100, 25-75, 50-50, 75-25, 100-0 and varying amount of binder, 6 %, 8 %, 10 %, were examined.

Some physical properties, density and increase in thickness, and mechanical properties (flexural strength, modulus of elasticity and normal tensile strength) perpendicular to the surface of the particleboards were determined by experimental studies.

Multiple variation analysis was conducted to identify if the data obtained from experimental studies are meaningful or not. Additionally, Duncan tests were performed so as to determine the smallest possible differences between all variables having reasonable relation between each other.

The results of this thesis show that the proportion of banana peel and the amount of adhesive influence the experimental results. While the minimum values and minimum values were obtained for 6 % and 10 % of binder, respectively, none of the particleboard samples of any type yielded the required the elastic modulus value. For this reason, it was presented that particleboard matching the criteria of TS-EN and having density of 0.65gr/cm^3 could not be produced by using the given proportions of waste banana peel and pinusbrutia mixture fixed by binder.

Keywords: Waste banana peel, particleboard, physical and mechanical properties, glue rate, mixing ratio, urea formaldehyde glue.

2013, 68pages

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın her aşamasında yardım ve desteklerini esirgemeyen, karşılaştığım zorluklarda bilgi ve tecrübesiyle bana yardımcı olan değerli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. H. Hüseyin TAŞ'a sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim. Ayrıca tezimin birçok aşamasında bilgileriyle bize destek olan değerli hocalarım Doç. Dr. Ergün GÜNTEKİN, Doç. Dr. Birol ÜNER ve Arş. Gör. Pınar USTA'ya istatistik ve analiz çalışmalarında her türlü yardımı esirgemeyen Doç. Dr. Hikmet ORHAN ve Arş. Gör. Tuğba YILMAZ'a çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım her aşamasında beni yalnız bırakmayan değerli arkadaşlarım Yılmaz SEVİNÇLİ, Ömer ÇOBAN, Celal ALTIN, Arif ŞAHİN, Serkan UFAK ve Şeyhmus CANPOLAT'a teşekkür ederim.

Deneysel verilerin elde edilmesinde her türlü imkanı sağlayan ORMA A.Ş. ve çalışanlarına çok teşekkür ederim.

Deneysel çalışma aşamalarımnda laboratuvar ortamında yardımları dokunan Teknik Eğitim Fakültesi yapı atölyesi ve Orman Mühendisliği atölyesindeki tüm çalışanlara teşekkür ederim.

3118-YL-12 No'lu proje numarasıyla maddi olarak projemi destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon birimine teşekkür ederim.

Son olarak hayatımın her aşamasında bana maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen her zaman benim yanımda olan aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Bülent TOPBAŞLI
ISPARTA, 2013

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Değişik kalınlıkta odunlar	8
Şekil 2.2. Yonga levha üretim teknolojisi (Usta, 2011).....	22
Şekil 3.1. Atık muz kabuklarının normal hava şartlarında kurutulması	31
Şekil 3.2. Çekiçli değirmen makinası	33
Şekil 3.3. Yongalanmış atık muz kabukları	33
Şekil 3.4. Muz yongalarının etüvde kurutulması.....	34
Şekil 3.5. Dört kaşıklı silindir tutkallama makinesi	35
Şekil 3.6. Levha taslağı ve yongaların serilmesi	35
Şekil 3.7. Levha taslağında yongaların sıkıştırılması.....	36
Şekil 3.8. Levha taslağının üzerine pişirme kağıdı serilmesi.....	36
Şekil 3.9. Levha taslağının sıcak prese yerleştirilmesi	37
Şekil 3.10. Levha taslağının soğutulması.....	37
Şekil 3.11. Yonga levhanın yoğunluk tayini	39
Şekil 3.12. Yonga levhanın kalınlık artış miktar tayini	40
Şekil 3.13. Yonga levhanın eğilme direnci tayini	42
Şekil 3.14. Yonga levhanın eğilmede elastikiyet modülü tayini	43
Şekil 3.15. Yonga levhanın yüzeye dik çekme tayini	44
Şekil 4.1. Karışım oranı Duncan testi grafiği.....	50
Şekil 4.2. Tutkal oranı Duncan testi grafiği.....	51
Şekil 4.3. Yüzeye dik çekme Duncan testi grafiği	54
Şekil 4.4. Yüzeye dik çekme duncan testi grafiği.....	55
Şekil 4.5. Eğilme direnci Duncan testi grafiği	58
Şekil 4.6. Eğilme direnci Duncan testi grafiği	59

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1. Bitkisel Esaslı Yonga Levhaların Yoğunluk, Tutkal Türü ve Miktarları (Karakuş, 2007).....	15
Çizelge 2.2. Bitkisel Esaslı Yonga Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri (Karakuş, 2007).....	16
Çizelge 3.1. Üre Formaldehit tutkalının özellikleri (Usta, 2011)	32
Çizelge 3.2. Atık muz yongası kimyasal analizi.	34
Çizelge 3.3. Deney gruplarına göre değişen tutkal ve karışım oranları.....	38
Çizelge 3.4. Deneme levhalarının üretim şartları.....	38
Çizelge 4.1. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen yoğunluk değerleri ile ortalamaları	45
Çizelge 4.2. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen yoğunluk değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları.....	46
Çizelge 4.3. Yoğunluk Varyans analiz sonuçları.....	47
Çizelge 4.4. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen kalınlığa şişme ile ortalamaları.	48
Çizelge 4.5. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen kalınlık artış değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları.....	48
Çizelge 4.6. Kalınlık artışı Varyans analiz sonuçları	49
Çizelge 4.7. Karışım oranı kalınlık artışı Duncan testi sonuçları	50
Çizelge 4.8. Tutkal oranı kalınlık artış miktarı Duncan testi sonuçları	50
Çizelge 4.9. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen yüzeye dik çekme değerleri ile ortalamaları.....	52
Çizelge 4.10. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen yüzeye dik çekme değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları	52
Çizelge 4.11. Yüzeye dik çekme Varyans analiz sonuçları	53
Çizelge 4.12. Karışım oranı Yüzeye dik çekme Duncan testi sonuçları	54
Çizelge 4.13. Tutkal oranı Yüzeye dik çekme Duncan testi sonuçları	55
Çizelge 4.14. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen eğilme direnci değerleri ile ortalamaları.	56
Çizelge 4.15. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen eğilme direnç değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve varyans katsayıları	56
Çizelge 4.16. Eğilme direnci varyans analiz sonuçları	57
Çizelge 4.17. Karışım oranı Eğilme direnci Duncan testi sonuçları	57
Çizelge 4.18. Tutkal oranı Eğilme direnci Duncan testi sonuçları	58

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Örneğin enine kesit alanı (mm^2)
$^{\circ}\text{C}$	Santigrat derece
E	Eğilmedeki elastikiyet modülü (N/mm^2)
E_k	Deney örneğinin tam kuru haldeki kalınlığı (gr)
E_s	Deney örneğinin su almış haldeki kalınlığı (gr)
F	Deney örneğinin eğilme direnç değeri (N/mm^2)
f	P yüküne karşı örnekte meydana gelen deformasyon (mm)
g	Örnek genişliği (mm)
k	Örnek kalınlığı (mm)
K_a	Deney örneklerinin kalınlık artım miktarı (%)
K_y	Kızılçam yongası
L	Dayanak açıklığı (mm)
L_b	Levha boyu
L_e	Levha eni
L_k	Levha kalınlığı
M	Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)
M^3	Metre küp
Mm	Malzeme miktarı
mm	Milimetre
My	Muz yongası
N	Newton
P	Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen kuvvet (N)
$P_{\max}$	Kırılma anındaki maksimum yük (N)
ÜF	Üre formaldehit
V	Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm^3)
Y	Yoğunluk (gr/cm^3)
Y_{dc}	Yüzeye dik çekme direnci (N/mm^2)

1. GİRİŞ

Günümüz hızla artan nüfus sayısı, ahşap ürünlerin kullanımına olan talebi önemli ölçüde artırmıştır (Akbulut, 2000).

Endüstriyel alanda bu taleplerin karşılanması için kullanılan odun hammaddesi, yenilenebilir bir kaynak olmasına rağmen, hızlı tüketimi dünya orman varlığının, yetiştirme sürecinden çok daha hızlı bir şekilde yok edilmesine neden olmaktadır.

Yapılan bilimsel araştırma sonuçları orman alanlarının, gelişmekte olan ülkelerin ağırlıklı olduğu birçok ülkede her geçen gün azaldığı, dünya genelinde ise yılda % 0,2 civarında gerilediğini göstermektedir (Demirkır, 2006).

Orman ürünlerinin bu şekilde hızlı ve bilinçsizce tüketimi, hammadde yetersizliğini ortaya çıkarmıştır(Akbulut, 2000).

Bu nedenle bilim dünyası ahşaba alternatif olabilecek ürünler üzerinde araştırmalar yapmaya başlamış ve yonga levha üretme fikri ortaya çıkmıştır (Güler, 2001).

Yonga levha; odun ve odunlaşmış bitkilerden elde edilen, nitelikli yongaların, çeşitli yapıştırıcılar ile belirli sıcaklık ve basınç altında preslenmesi ile elde edilen ahşap esaslı bir malzemedir. Yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılan yongaların özellikleri, üretilecek yonga levhanın mekanik ve fiziksel özelliklerini belirlemektedir (Akbulut, 2000).

Endüstriyel alanda ilk yonga levha fabrikası, 1941 yılında Almanya'nın Bremen kentinde üretime başlamış, 1949'dan 1953'e kadar birçok ülkede yonga levha fabrikaları kurulmaya devam etmiş, ülkemizde ise 1953 yılında İstanbul Kartal'da Tahta San T.A.Ş. adıyla kurulmuştur, 1955 yılında üretime başlamıştır.

Yonga levha üretiminde, ağırlıklı olarak kullanılan odun hammaddesinin yanında, yıllık bitkilerin odunsu kısımları, saman, saz, şeker kamışı, keten sapı, kenevir sapı, ayçiçeği, fındık, yerfıstığı kabukları, patlıcan, biber, domates, çay atıkları ile pamuk tohumu gibi bitkisel atıklarda kullanılabilir (Karakuş, 2007).

Dünya genelinde 1990 yılına kadar şeker kamışı kullanılarak yonga levha üreten 30 adet fabrika kurulmuştur.

Türkiye’de ise antep fıstığı, göl kamışı, kenevir ve keten sapları ile ayçiçeği atıklarından yonga levha üretmek için bilimsel çalışmalar yapılmış ve nitelikleri belirlenmiştir (Kalaycıoğlu, 1992).

Literatürde, atık muz kabuğunun yonga levha üretiminde kullanılması üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Muz, ilk olarak Güneydoğu Asya’dan çıkmıştır. Anavatanı Güney Çin, Hindistan ve Hindistan ile Avustralya arasında kalan adalardır (Mendilcioğlu, 1980).

Türkiye’de Alanya iline 1750 yıllarında, zengin bir aile tarafından getirilen muz, o yıllarda daha çok süs bitkisi olarak yetiştirilmiş, 1930’lu yıllardan sonra ticari amaçla yetiştirilmeye başlanmıştır. Bugün sadece Anamur, Bozyazı, Gazipaşa ve Alanya ilçeleri ile çevresinde bodur muz üretimi yapılmaktadır (Mendilcioğlu, K. 1980).

Dünya muz üretimi 1975 yılında istatistiklerine göre 37 milyon ton iken bu oran 2009 yılında 95.595.965 tona 2010 yılında 102.114.819 tona ulaşmıştır (Gübbük, H. 1990; birleşmiş gıda ve tarım örgütü,2010).

Türkiye’deki muz üretimi 1994 yılında, 30.000 ton iken 2000 yılında 80.000 ton, 2005 yılında 150.000 ton, 2009 yılında 204.000 ton, 2010 yılında 210.178 ton, 2011 yılında 206.501 ton ve son olarak 2012 yılında ise 207.727 ton üretime ulaşmıştır. Son 2 yıllık süreçte üretimin azaldığı görülmektedir. Yıllık muz tüketimi ise 400.000 ton civarındadır, bu verilere göre üretilen muz kadar dışarıdan ihraç edilmektedir. 1 kg muzdan yaklaşık 40 gr kuru muz kabuğu elde edilmektedir (Gübbük, H. 1990; Türkiye odalar borsalar birliği, 2012).

Bu çalışmanın amacı, atık muz kabuklarından üretilcek yonga levha örneklerinin, fiziksel özellikleri ile (Yoğunluk ve kalınlık artış miktarı) mekaniksel özelliklerini (Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci) deneysel yöntemler ile belirleyerek, sonuçları istatistiksel olarak analiz etmektir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha; genellikle odun hammaddesinden elde edilen küçük yonga parçacıklarının, sentetik bir reçine ile veya yapıştırıcı kullanılarak belirli sıcaklık ve basınç altında preslenmesi sonucu oluşturulan geniş yüzeyli levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1985).

T.S.1617 (1974) ve TS.180 (1978)'e göre yonga levha; Odun ve odunlaşmış diğer ligno –selülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kuru yongaların, sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması sonucunda şekillendirilmiş levhalardır.

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

B.S.1811 (1969) İngiliz standartlarına göre yonga levha; odun veya diğer ligno-selülozik lifli materyalin (testere talaşı, odun yongası, keten lifleri v.s) tutkal veya hidrolik bir bağlayıcı yardımı ile yapıştırılarak biçimlendirilmiş levhalardır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Farklı fiziksel ve mekanik özelliklere sahip olarak üretilen yonga levhalar, geniş bir kullanım alanına sahiptir. Yüzeyleri düzgün olup, istenilen kalınlıkta üretilebilmekte, diğer malzemelerle çivi, vida veya yapıştırıcı tutkallar ile birleştirilebilmektedir.

Mobilya üretiminde en çok kullanılan yonga levha kalınlıkları; 5, 6, 8, 10, 12, 16, 18, 19, 22, 25, 30 mm' dir. Okal tipi olarak üretilen yonga levhalar daha çok kapı yalıtımı ve bölme elemanı olarak kullanılmaktadır (Özçifçi, 1995).

2.2. Yonga Levha Üretiminin Tarihçesi

İnsanoğlunun kullandığı en eski malzemelerin başında odun gelmektedir, fakat odun kökenli levha ürünlerinin (Yonga levha, MDF gibi) üretimi, çok yakın bir tarihi sahip olmakla birlikte, endüstriyel anlamda ilk olarak 1941 yılında Almanya'da başlamış ve en hızlı gelişmeyi yonga levha endüstrisinde gerçekleştirmiştir(Mistepe, 2006).

AB ülkelerinde yonga levha kullanan sanayilerin %37'sini mobilya sanayisi, %23'ünü inşaat sektörü, %13'ünü banyo ve mutfak, %6'sını ofis mobilyası, %5'ni zemin kaplamaları, %5'i diğer ve %7'si ise AB dışı ihracatı oluşturmaktadır (Döry, 2004).

Bu gelişmelere bağlı olarak Türkiye'de ilk yonga fabrikası 1955 yılında İstanbul Kartal'da (3000 m³/yıl kapasiteli) üretime başlamış. 1993 yılında fabrika sayısı 28'e çıkmış ve yaklaşık 2.000.000 m³/yıl ulaşmıştır. Günümüzde ise 26 adet yonga fabrikası mevcuttur(Usta, 2011).

Türkiye'de yonga levhalar % 73,5 oranında mobilya üretiminde, % 13,0 oranında dekorasyonda, % 11,2 oranında inşaat sektöründe, % 1,9 oranında ambalaj sandığı imalinde % 0,2 oranında prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır (Gümüşkaya, 1982).

2.3. Yonga Levhaların Sınıflandırılması

2.3.1. Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar

- a) Düşük özgül ağırlıktaki yonga levhalar : $< 0.59 \text{ gr/cm}^3$
- b) Orta özgül ağırlıktaki yonga levhalar : $0.59 - 0.80 \text{ gr/cm}^3$
- c) Yüksek özgül ağırlıktaki yonga levhalar : $> 0.80 \text{ gr/cm}^3$ (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.3.2. Üretim şekillerine göre yonga levhalar

- a) Dik Yongalı Yonga Levha; Yongaların, levha yüzeyine genellikle dik durumda olan yonga levhalardır.

- b) Yatık Yongalı Yonga Levha; Yongaların, levha yüzeyine genellikle paralel durumda olan yonga levhalardır (TS 2129,1975).
- c) TS 180 (1978 Eylül) 'e göre; Genel amaçlı yonga levha odun yongalarının, açık hava koşullarına dayanıklı olmayan sentetik reçine tutkalları ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesiyle elde edilen ve yongaları genellikle levha yüzeyine paralel olan levhalardır (TS 180,1978).

2.3.3. Tabaka sayılarına göre yonga levhalar

- a) Tek tabakalı yonga levhalar
- b) Üç tabakalı yonga levhalar
- c) Beş tabakalı yonga levhalar
- d) Tabakaları belirsiz yonga levhalar (Akbulut, 1991)

2.3.4. Yüzey işlemlerine göre yonga levhalar

- a) Zımparalanmış levhalar
- b) Zımparalanmamış levhalar

2.3.5. Kalınlıklarına göre(mm) yonga levhalar

- a) 3-6-8-10-13-16-19-22-25-28-32-36-40-45-50-60

2.3.6.Kullanış amacına göre yonga levhalar

- a) Özel amaçlar için üretilmiş yonga levhalar
- b) Genel amaçlar için üretilmiş yonga levhalar

2.3.7. Tutkal ve bağlayıcı cinsine göre yonga levhalar

- a) Melamin tutkalı ile üretilmiş yonga levhalar
- b) Fenol formaldehit tutkalı ile üretilmiş yonga levhalar
- c) Üre formaldehit tutkalı ile üretilmiş yonga levhalar
- d) Polyizosiyanat tutkalı ile üretilmiş yonga levhalar

- e) Bağlayıcı olarak doğal yapıştırıcılar kullanılmış yonga levhalar
- f) Bağlayıcı olarak sülfite asit suyu kullanılmış yonga levhalar

2.3.8.Yüzey kaplama malzemesine göre yonga levhalar

- a) Ağağ kaplamalı yonga levhalar
- b) Laminant yüzeyli yonga levhalar
 - Yonga levha yüzeyine, tutkalla yapıştırılmış lamine levhalı ve folyolu yonga levhalar
 - Yonga levha yüzeyine, kendinden yapıştırıcısı ile yapışan laminant yüzeyli yonga levhalar
- c) Kaplamasız yonga levhalar
- d) Sıvı yüzey kaplama maddeleriyle (Boya ve vernik gibi) kaplanmış yonga levhalar

2.3.9.Üretimde kullanılmış hammadde cinsine göre yonga levhalar

- a) Odun hammaddesinden üretilmiş yonga levhalar
- b) Bitkisel materyal veya atıklardan üretilmiş yonga levhalar

2.3.10. Presleme yöntemine göre yonga levhalar

- a) Dik preslenmiş yonga levhalar
- b) Yatık preslenmiş yonga levhalar (TS 2129, 1975).

2.4.Yonga Levha Kullanım Alanları

2.4.1. Kat döşemeleri

Kat döşemelerinde kullanılan yonga levhalar; halı veya diğer örtücü malzemelerin altında, konutlarda ve çift katlı daire konstrüksiyonlarında tercih edilmektedir. Bu maksatla kullanılan yonga levhalarda, yüksek mekanik direnç, yüzey düzgünlüğü ve kenar kalitesi dikkate alınmaz.

2.4.2. Prefabrik ev yapımı

Tek katlı olarak üretilen prefabrik ev yapımında kullanılacak yonga levhaların eğilme ve çarpmaya karşı dirençleri yüksek olmalıdır. Ayrıca su almaya karşı direncinin yüksek olması gerekir. Bu yüzden çimentolu yonga levhalar kullanılmaktadır.

2.4.3. Kapı imalatı

Yonga levhaların, özgül ağırlıklarının düşük, yüzeylerinin düzgün ve çarpmaya karşı dirençlerinin yüksek olması, kapı iskelet yüzeylerinde kaplama malzemesi olarak kullanılmalarına olanak sağlamaktadır.

2.4.4. Merdiven basamakları

Yonga levhalar; İç mekânlarda üstleri halıyla kaplanarak merdiven basamağı olarak kullanılabilirler.

2.4.5. Endüstriyel yonga levhalar

Bu tür yonga levhalar; üniform yoğunluk ve kalınlıklı, düzgün yüzeyli, yüksek vida tutma kabiliyeti gibi mekanik özelliklere sahiptir ve farklı ürünlerin imalatında kullanılmaktadır.

- a. Yüksek basınç laminatları ile kaplanarak masa üretimi,
- b. Sert masif kaplamalar, dekoratif plastik film ve kâğıtlar ile kaplanarak büro mobilyaları ve dolap üretimi,
- c. Kaplanmış paneller, kapı göbekleri, sürgülü kapılar ve rafların üretimi,
- d. Masa tenisi ve bilardo masası üretimi,
- e. Koltuk, kanepeler, karyola, mutfak dolabı, televizyon ve müzik seti kabinleri, duvar bölmeleri, reklâm panoları, vagon ve gemi yapımıdır (Nemli,1995).

2.5. Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Özellikleri

Yonga levha üretiminde hammadde olarak en çok odun kullanılmakta ve hammadde olarak levha ağırlığının %90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Kullanılan bu odunlar genellikle iğne yapraklı ağaçlardan elde edilmektedir. Ayrıca yıllık bitkilerin odunsu kısımları da kullanılabilir (Karakuş, 2007).

Yıllık bitkilerin kullanıldığı birçok araştırmada, ziraatsal atık ve yıllık bitkilerin toplanması, taşınması esnasında bazı zorluklarla karşılaşıldığı görülmektedir. Ancak fiziksel ve kimyasal bakımdan, oduna benzer özelliklerdeki materyalin bol bulunduğu bölgelerde, orman ürünleri sanayi için hammadde olarak kullanımının, ekonomik olarak avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir (Atchinson, 1989; Young, 1997).

2.5.1. Odun

TS 1351 (1974)'e göre lif yonga odunu iğne yapraklı ve sert yapraklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ayrıca yuvarlak ve yarma halde olanları da bulunmaktadır. Yarma şeklinde olanların uzunluk 100-200 cm, uzunluğun ortasındaki maksimum uzunluk en çok 20cm olmaktadır, yuvarlak olanların ise uzunlukları Şekil 2.1'de görüldüğü gibi 50-100-150-200 cm ince uç çapları ise 4-20 cm'dir (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 2.1 Değişik kalınlıkta odunlar

Yonga levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk miktarları ağacın türü, yaşı ve yetiştirme ortamına bağlı olarak yaklaşık olarak % 5-25 arasında değişmektedir. Yuvarlak ince odunların kabuklarının soyulması zor ve pahalı bir işlemdir (Yeniocak, 2008).

Odun yongaların yüzey pürüzlüğü levha özelliklerini etkilediğinden, düzgün yüzeyli yongalar elde etmek ve daha az enerji harcamak amacı ile yumuşak odunlu ağaçlar tercih edilmelidir. Odun yongalarının özgül ağırlığının düşük olması tutkal sarfiyatını arttırdığından, üretimde 400-700 kg/cm³ özgül ağırlıklı olan odunların kullanılması önerilmektedir (Özen, 1980).

2.5.2. Yıllık bitkiler

Yonga levha üretiminde en çok kullanılan hammadde odundur. Son yıllarda nüfusun artmasıyla birlikte hammaddeye olan ihtiyaçta giderek artmış ve bir noktada ihtiyacı karşılanamaz duruma gelmiştir, bu sıkıntıyı gidermek için yıllık bitkilerden yonga levha üretilmesi fikri doğmuştur. İlerleyen zamanlarda ise odun dışındaki bitkisel atıklardan da yonga levha üretimine geçilerek keten, kenevir, pamuk sapları, bambu, saz, şeker kamışı, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi ürünlerden faydalanılmıştır. Ancak bu ürünlerin yeterli miktarlarda olması, taşıma, toplama, depolama ve hazırlamanın kolay, ucuz ve materyalin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmaması gerekmektedir. Bitkisel atıkların kullanılmasın da en büyük sorun materyalin homojen olmayışıdır (Özen, 1980).

Türkiye’de ise ahşap esaslı levhalar arasında yonga levhalar yapı sektöründe önemli bir yere sahiptir. Levhaların üretim parametrelerinde yapılan değişiklikler özelliklerini ve maliyetlerini etkilemektedir. Bu amaçla, bitkisel atıkların yonga levha üretiminde kullanılması konusu üzerinde birçok bilimsel incelemeler yapılmıştır (Joyce and Aravamuthan, 2005).

Cooper vd., (1999) buğday saplarını, ekstraktif madde yoğunluğu açısından sıcak su çözünürlüğü ile incelemiştir. Buğday saplarının %9 oranında ekstraktif madde içerdiğini, buna bağlı olarak ilk epidermis dokularında, mumsu maddeler olabileceği

kanaatiyle, daha az miktarlarda tutkal kullanarak levhalar üretilbileceğini bildirmişlerdir.

Buğday ve pirinç sapı bitkisel atıkları kullanılarak ÜF tutkallı farklı yoğunluklarda yonga levhalar üretilmiştir. Pirinç saplarından 0.77 gr/cm^3 yoğunluklu üretilen levhalarda 24 saat sonraki kalınlığa şişme oranı %15, eğilme direnci 21 N/mm^2 , yüzeye dik çekme direnci 0.48 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Buğday saplarından üretilen 0.75 gr/cm^3 yoğunluklu levhalarda ise, kalınlığa şişme oranı %14, eğilme direnci 20 N/mm^2 , yüzeye dik çekme direnci 0.57 N/mm^2 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlara göre, atık pirinç ve buğday saplarından Avrupa standartlarına uygun levha üretilbileceği bildirilmiştir (Mantanis vd. 2000).

Kenaf öz ve kabuk kısımları sanayi odunu ile karıştırılarak, $180 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de $3,4 \text{ N/mm}^2$ basınç altında 4 dakika süre ile preslenerek üre formaldehit tutkallı tek tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. Kenaf öz kısımlarından üretilen levhalarda %8 oranında, dış kabuk kısımlarından üretilen levhalarda %10-12 oranında tutkal kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, Kenaf öz kısımlarından üretilen levhaların, Kenaf kabuk kısmından üretilen levhalara nazaran daha iyi sonuçlar verdiği ancak her iki levha türünün sanayi odunundan üretilen levhalar ile karşılaştırıldığında, mukavemet özellikleri ile kalınlığa şişme oranlarının iyi olmadığı tespit edilmiştir (Grigoriou vd, 2000).

Örs vd. (2000) atık asma saplarının yonga levha üretiminde kullanılabilirliğinin araştırmaları neticesinde, asma sapı yongalarının orta tabaka, yoğunluğu düşük odun yongaların üst tabaka kullanılması ile standartlara uygun bir yonga levha üretilbileceğini bildirmişlerdir

Güler (2001) Atık mısır sapları kullanılarak, 0.74 gr/cm^3 yoğunluklu 16 mm kalınlığında kompozit levhalar üretilmiştir. Karışımında, %92 mısır sapı, %7 üre formaldehit reçinesi, %1 parafin kullanılarak üretilen levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, mukavemet özelliklerinin standart değerlere yakın olduğunu bildirmiştir.

Wu (2001) şeker kamışı ve difenilmetan ile diizosiyanat tutkalları (%5-8) kullanarak 185° C sıcaklık, 2.5 dakika presleme süresinde 0.84-0.90 gr/cm³ yoğunluklu levhalar üretmiştir. Difenilmetan tutkalı kullanılarak üretilen levhaların, elastikiyet modülü 2,30 GPa, kalınlığa şişme oranları %8,6, eğilme dirençleri 19,11 MPa, Diizosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen levhaların ise elastikiyet modülü 3,79 GPa, kalınlığa şişme oranları %1,9 ve eğilme dirençlerinin 27,88 MPa olduğunu bildirmiştir.

Hindistan cevizi yongaları üzerinde yapılan bir çalışmada, %6'lık izosiyanat tutkalına % 1 oranında, % 8'lik izosiyanat tutkalına % 0.5 oranında vaks ilave edilerek tek tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. % 8'lik tutkal oranıyla yapılan levhalarda iyi sonuçlar elde edilmiş olmasına rağmen, levhaların kalınlığa şişme değerleri yüksek çıkmıştır. Bu nedenle Hindistan cevizi yongalarının sanayi odunlarıyla birlikte kullanılmasının daha iyi sonuçlar verebileceği bildirilmiştir (Papadopoulos vd. 2002).

Asma budama atıkları ve sanayi odunu kullanılarak tek ve üç tabakalı 16mm kalınlığında yonga levhalar üretilmiştir. 180°C sıcaklıkta 5 dakika süre ile preslenen levhaların dış kısımlarını oluşturan sanayi odununda % 12 ÜF tutkalı, orta kısmını oluşturan asma budama atıklarında % 8 ÜF tutkalı kullanılmıştır. Levhalar üzerinde yapılan deneyler sonucunda, asma sapları kullanılarak üretilen levhaların, mekanik ve fiziksel özelliklerinin tümünde azalma tespit edilmiştir. Bu azalmanın levhalarda kullanılan sanayi odunu oranının %50 oranında arttırılması ile giderilebileceği bildirilmiştir (Ntalos ve Grigoriou, 2002).

Nemli (2003) kivi budama artıklarının, uygun odun yongalarıyla karıştırılarak üretilen yonga levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerinin standartlara uygunluğunu araştırmıştır. Sonuç olarak, kivi budama atıklarının, uygun odun yongalarıyla birlikte yonga levha üretimine uygun bir hammadde olduğunu bildirmiştir.

Pamuk karpelinden, % 9-11 oranında üre formaldehit ve melamin üre formaldehit tutkalı kullanılarak üç tabakalı levhalar üretilmiştir. Üretim esnasında pres basıncı 2.65 N/mm², sıcaklığı 150 °C, presleme süresi 5-7 dakikaya ayarlanmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, 0.471 gr/cm³ yoğunlukta MUF tutkalı kullanılarak üretilen levhalar dışında tüm levhaların kalınlığa şişme değerleri, TS EN 312'de

belirtilen %14 değerinin üzerinde bulunmuştur. Eğilme direnci deneylerinde, en düşük değerin 0.471 gr/cm³ yoğunluklu MUF tutkalı kullanılan levhalardan, en yüksek değerin aynı tutkalın kullanıldığı 0.651 gr/cm³ yoğunluklu levhalardan elde edildiği ve yüzeye dik çekme değerlerinin de aynı levhalar olarak sıralandığı bildirilmiştir(Alma vd. 2004).

Batalla (2005) atık yer fıstığı kabuğundan farklı tutkallar ile 0.59–0.80 gr/cm³ yoğunluklu yonga levhalar üretmiştir. Değişen sıcaklık ve sürelerde, 6 kg/cm²presbasıncında üretilen levhaların, normal odundan üretilen levha özellikleri ile örtüştüğünü bildirmiştir.

Bektaş vd. (2005) atık ayçiçeği sapları ve kavak odunundan 0.7gr/cm³ yoğunluklu, %25-50-75 oranlarında üç tabakalı yonga levhalar üretmişlerdir. Levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde, ayçiçeği saplarından yonga levha retilabileğini, karışımdaki yüzde oranının arttırılmasının ise daha verimli sonuçlar sağlayabileceğini bildirmişlerdir.

Badem kabukları kullanarak yonga levha üretimi üzerine yapılmış bir araştırmada ekonomik değeri olmayan bu atık malzemenin yonga levha üretimine uygun bir hammadde olduğunu bildirmişlerdir (Gr, 2006).

Kızılçam yongası ve ayçiçeği sapları kullanarak %100, %75-25, %50-50, %25-75 oranlarında karıştırılarak, 0,70 gr/cm³ yoğunlukta, F tutkalı kullanarak 150' C de 7 dakika preslenerek levhalar elde edilmiş. Elde edilen sonuçlarda en iyi oran %50-50 oranında üretilen levhalarda olduğunu bildirmiştir (Güler vd. 2006).

Pirinç kabukları, ufalanarak ve ufalanmadan ayrıca %30 oranında testere talaşı kullanarak 0,9 gr/cm³ yoğunlukta 22,5 mm kalınlığında levhalar üretilmiştir. 180 C sıcaklık ve 27,6 MPa basıncı altında 12 dakika süre ile preslenerek üretilen levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde, elastikiyet modülü ve eğilme direnci değerlerinin düşük, ufalanmayan pirinç kabukları kullanarak üretilen levhalarda yüzeye dik çekme değerinin yüksek çıktığını bildirmişlerdir (Ndazi vd. 2006).

Sera atıkları (domates, biber ve patlıcan) kullanılarak yapılan bir araştırmada, yonga levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri incelenmiş, sonuç olarak 0.73 gr/cm³ yoğunlukta ve %10-12 oranında MUF tutkalı kullanılarak üretilen levhaların değerleri standart değerlerde bulunmuştur ayrıca biber atıklarıyla üretilen levhaların değerleri diğer atıklara göre daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Karakuş, 2007).

Fındık karpelleri kullanılarak 0.6 ve 0.7 gr/cm³ yoğunlukta üre formaldehit, fenol formaldehit ve melamin üre formaldehit tutkalları kullanılarak 150 °C'de 6 dakika süre ile 25 kg/cm² basınç uygulanarak levhalar elde edilmiştir. Fenol formaldehit ve üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhaların değerleri standardın üzerinde çıkmıştır. Melamin üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhaların değerleri ise düşük çıktığı bildirilmiştir (Çöpür vd. 2007).

Arslan (2008)Orman ve tarımsal atıklar (Elma, Kiraz ve Haşhaş sapından) kullanılarak üretilen kompozit levhalarda yüzey kimyasal özelliklerinin araştırılması üzerine yapılan çalışmada kiraz ve elma budama atıkları ile haşhaş sapından üretilen levhaların TS EN standartlarını uygun olduğu belirtilmiş. %1 NaOH ile muamele edilmiş kozalak yongaları ile kızılçam odun yongalarının karıştırılması ile üretilen levhaların teknolojik özelliklerinin TS EN standartlarına yakın olduğu görülmüştür. %25 kozalak - %75 kızılçam esaslı levhalar standartların üzerinde özellik gösterdiği belirtilmiştir.

Bitkisel atıklardan elde edilen materyalin kimyasal yapısı yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Doğal olarak yetişen birçok lignoselülozik materyalin kimyasal içeriği, odunda olduğu gibi selüloz, hemiselüloz, lignin ve ekstraktif maddelerden oluşmaktadır. Odunlarda bulunmayan bazı kimyasal organik ve inorganik bileşiklerde bu kaynaklarda bulunabilmektedir. Lignoselüloz bitki hücresi %65-70 karbonhidrattan oluşmaktadır. Ayrıca bazı istisnai durumlar dışında bitki hücrelerinin yaklaşık olarak %50'sinin selülozdan oluştuğu söylenebilir. Fakat pamukta bu oran %90'ın üstüne çıkabilmekte, bazı tarımsal sap liflerinde ise %30'un altına düşebilmektedir (Arslan, 2008).

Usta, (2011) çay bitkisi atıklarını, kızılçam yongaları ile %100, %75–25, %50–50, %25–75 karışım yüzdelere göre Üre Formaldehit, Melamin Formaldehit, üre

formaldehit + Melamin formaldehit tutkallarıyla %8–10–12 oranında karıştırarak, 175°C sıcaklık ve 3 N/mm²'lik basınç şartlarında 4 dakikalık sürelerde yonga levhalar üretmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar neticesinde, yonga levhaların eğilme direnci, yüzeye dik çekme direnci, yoğunluk, kalınlık artış miktarı ve elastikiyet modülü değerlerinin TS EN 317 standartlarının altında kaldığını bildirilmiştir.

Yapılan bilimsel çalışmaların ışığında, kullanılan birçok atık malzemelerinin yonga levha üretiminde kullanılabilirliği ve sonuçların olumlu olduğu görülmektedir. Her geçen gün kullanımı daha da çok artan odun hammaddesine destek vermek ve ekonomikliği karşılamak amacıyla son zamanlarda çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Çizelge 2.1 ve 2.2'de çeşitli bitkisel esaslı levhalara ait bazı fiziksel ve mekanik özellikler gösterilmiştir (Karakuş, 2007).

Çizelge 2.1. Bitkisel Esaslı Yonga Levhaların Yoğunluk, Tutkal Türü ve Miktarları
(Karakuş, 2007)

Hammadde türü	Levha Tipi	Yoğunluk (gr/cm ³)	Tutkal Miktarı (%)
Buğday	Yüksek yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,77	UF
Pirinç	Yüksek yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,75	UF
Kenaf/odun	Yüksek yoğunlukta YL (üç tabaka)	0,70	%8 O.T. %12 Y.T. UF
Şeker kamışı	Yüksek yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,84-0,90	% 5-8 DMDI
Asma/odun	Orta yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,65-0,74	% 8 UF
Asma/odun	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,69	%8 O.T. %12 Y.T. UF
Hindistan cevizi	Orta yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,72-0,76	% 2-8 EMDI
Kenaf	Düşük yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,1-0,3	Yok
Yer fıstığı	Orta yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,59-0,80	UF,PF,DMDI
Ayçiçeği sapı/kavak	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,70	%9 O.T. %11 Y.T. UF
Pamuk sapı	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,40-0,70	% 6-8-10 O.T. % 8-10-12 Y.T. UF
Pamuk karpeli	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,70	% 9-11 UF, % 9-11 MUF
Kenaf	Düşük yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,235-0,239-0,249	% 8 UF, % 4 PF, % 3PMDI
Pirinç kabukları/odun	Yüksek yoğunlukta YL (Tek tabaka)	0,90	Tanen
Ayçiçeği sapı/kızılçam	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,70	%9 O.T. %11 Y.T. UF
Fındıkkabukları	Orta yoğunlukta YL (Üç tabaka)	0,60-0,70	% 8-10 UF, PF, MUF

Çizelge 2.2. Bitkisel Esaslı Yonga Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri
(Karakuş, 2007)

Hammadde	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Kalınlığına Şişme (%)
Buğday	20	-	0,57	15
Pirinç	21	-	0,48	14
Kenaf/odun	17,66-29,58	-	0,67-1,03	16,4-26,5
Şeker kamışı	19,11-27,88	2300-3790	1,63-2,70	8,6-11,9
Asma/odun	8,5-17,8	1048-2340	0,65-1,13	17,5-25,1
Asma/odun	10,9-19,9	1518-2798	0,70-0,84	12,1-16
Hindistan cevizi	10,58-20,5	-	0,38-1,18	7,1-36,8
Kenaf	Maks 1,1	Maks 300	Maks 0,10	Min 6,6
Yer fıstığı	3-15,37	1279-1296	-	2,70-5,27
Ayçiçeği sapı/kavak	15,65-25,30	1800-2963	0,46-0,69	17,99-25,05
Pamuk sapı	3,31-15,67	750,99-2705,77	0,113-0,536	14,51-24,07
Pamuk karpeli	9,4-13,1	-	-	16,76-37,65
Kenaf	10,5-13,5	1517-2096	0,25-0,36	14-16
Pirinç kabukları/odun	3,40-13	989-2500	0,20-0,34	-
Ayçiçeği sapı/kızılçam	15,67-18,74	1800-2204	0,469-0,584	21,17-22,57
Fındık kabukları	7,70	0,343-0,505	-	16,2-29,3

2.5.3. Yapıştırıcı Maddeler

2.5.3.1. Üre formaldehit tutkalı (ÜF)

Üre formaldehit tutkalı; üre ile formaldehitin yaptığı kademeli bir kondenzasyon ürünüdür. Formaldehit metanolden, metanol ise maden kömürü ve oksijen üretilmektedir. Formaldehit ise, metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde edilmektedir (Bozkurt veGöker, 1985).

Üre, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak, amonyum karbominat meydana gelmekte ve buna amonyak ilave edildiği takdirde, su ve üre maddeleri oluşmaktadır. Dispersiyonunun sulu olması ve polar özelliği sebebiyle yongaları iyi ıslatır. Tutkal oranları odun yoğunluğunun sertliğine göre değişir. Tam kuru ağırlığa oranla yumuşak odunlar için %7-10, sert odunlar için %5-7 oranında tutkal çözeltisi kullanılır. Yapı malzemesi olarak kullanılan üç tabaka Yonga levhaların iç kısımlarında tam kuru tutkal miktarı %5-8 arasında, dış tabakalarda ise daha yüksek oranda olmak üzere %9-12 arasındadır. Reçine absorpsiyonu üzerine odun rutubetinin de etkisi vardır. Fazla kuru yongalarda aşın absorpsiyonu meydana gelir. Rutubetin fazla olması durumunda ise polykondenzasyonun gecikmesi ve yongaların tutkal tarafından ıslatılması engellenir. Tutkalın katılaşmasını hızlandırmak için çeşitli sertleştiriciler kullanılabilir. Genellikle sertleştirici olarak, düşük konsantrasyonlu asit veya asit oluşturabilen maddeler (Amonyum sülfat, Amonyum klorür) kullanılır (Çehreli, H.T.ve Kalaycıoğlu, 1985)

2.5.3.2. Fenol formaldehit tutkalı

Fenol formaldehit tutkalı yapay reçinesinden üretilir. Fenol yapay reçine ise; su, taşkömürü ve havadan kimyasal yollarla üretilir. Toz şeklinde olanı, çoğunlukla alkol ve su ile karıştırılarak oda sıcaklığında uygulanır. Sıvı şeklinde olanlara, bazı kimyasal maddeler ve dolgu maddeleri katılabilir (Yeniocak, 2008).

Fenol formaldehit tutkalı suya, rutubete ve atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygun bulunmaktadır. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Fenol reçineler üreden daha yüksek sıcaklıklarda fakat daha yavaş sertleşirler. Fenol reçineler oldukça yüksek molekül ağırlıktadırlar dayanıklı ve serttir. Yongalar arasında güçlü ve suya karşı dirençli yapışmalar sağlamaktadır (Huş, 1977).

2.5.3.3. Melamin formaldehit tutkalı

Melamin formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalının üretimine benzemektedir. Kondenzasyon olayı üre formaldehit tutkalında olduğu gibidir. Kondenzasyon 5-6 PH ortamında oluşmaktadır (Göker ve Yener, 1990).

Melamin formaldehit tutkalı üre ve fenol formaldehit tutkalına oranla daha pahalıdır, melamin tutkalı maliyeti pahalı olduğu için üre formaldehit kadar kullanılmaz. Ancak melamin tutkalına üre katılarak maliyet düşürülebilir. Sulu çözeltinin ömrü çok az olup 3 hafta dayanabilir. Melamin tutkalı rutubete karşı fenol tutkalından dayanıksızdır, üre tutkalından ise daha dayanıklıdır (Yeniocak, 2008).

Melamin tutkalı 90-140 °C sıcaklıklar arasında herhangi bir sertleştirici madde olmadan sertleşebilmektedirler (Bozkurt, 1990). Melamin tutkalı daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır (Güler, 2001).

2.5.3.4. Resorsin formaldehit tutkalı

Resorsin formaldehit tutkalı fazla kullanılmayan bir tutkaldır bunun sebebi ise pahalı olmasıdır. Fakat her türlü açık hava şartlarına, kaynar suya, asitlere ve çözücülere karşı dayanıklı bir tutkaldır. Daha çok diğer tutkallara, özellikle fenol formaldehit'e ilave edilerek kullanılır. Kullanılırken dolgu maddesi ilave edilmemekle birlikte gerekirse en fazla %10 oranında dolgu maddesi kullanılmalıdır. Resorsin, fenole

kıyasla iki misli daha aktiftir. Bu nedenle formaldehite karşı çok düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyon gösterir. Bu nedenle malzemeye zarar vermeden soğuk yapışma mümkün olur ki bu özelliği ile fenol formaldehit tutkalından üstündür (Bozkurt ve Göker,1985).

2.5.3.5. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik tutkallar ısıtıldıkları zaman yumuşama özelliğine soğutuldukları zaman ise tekrar sertleşebilen yapıştırıcılardır. Bu tür tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, oduna renk vermemesi ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özelliklerinin yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özellikleri vardır (Bozkurt ve Göker,1985).

2.5.3.6. Katkı maddeleri

Yonga levhaların rutubete ve suya karşı dayanımını arttırmak ve mantar ve böceklerle karşı korumak için, yongalara katkı maddeleri ilave edilir. Bu ilave edilen katkı maddelerinin görevleri aşağıda belirtilmiştir.

- a) Koku gidermesi
- b) Tutkal dağılma özelliğinin iyileştirilmesi
- c) Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme
- d) Malzeme yüzeyine toz birikmesini önleme
- e) Stabilite sağlanması
- f) Yanmayı geciktirmesi
- g) Plastikleştirme
- h) Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi
- i) Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir (Usta, 2011).

2.5.3.7. Sertleştirici maddeler

Yonga levha üretiminde tutkal presleme işlemine kadar herhangi bir sertleşme göstermemelidir, presleme esnasında ise tutkalın kısa süre içerisinde sertleşmesi gerekmektedir. Bunun içinde sertleşmenin gerçekleşmesi için üre formaldehit tutkalı ile birlikte sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfattan yararlanılmaktadır. Ancak genellikle amonyum klorür kullanılmaktadır. Amonyum sülfat ise çok fazla tercih edilmemektedir, bunun sebebi ise; Amonyum klorür kullanıldığında tuz asidi (HCl) uçucu olmasından dolayı. Levha taslağının her tarafında homojen bir dağılma meydana gelir. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit (H_2SO_4) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler olur. Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye kullanmadan, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleşebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135-155 °C arasında olması gerekmektedir. Sertleştirici olarak para formaldehit veya potasyum karbonat kullanarak hem sertleşme hızlandırılabilir hem de sıcaklığın düşürülmesi mümkün olabilmektedir. Melamin formaldehit, 90-140 °C'deki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlanabilmesi için amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi tuzlar kullanılabilir (Bozkurt ve Göker,1990).

Sertleştirici olarak sadece asit kullanılması durumunda sertleşme çok hızlı bir şekilde olmaktadır öyle ki taslak prese gelmeden önce sertleşebilmektedir. Bu durumları önlemek için de amonyak kullanılmaktadır. Amonyak düşük sıcaklıklarda yani prese gelmeden oluşan asidi etkisizleştirmek suretiyle tutkalın sertleşmesini durdurmaktadır. Sıcak prese gelince ise; amonyak hızlı bir şekilde buharlaşarak dışarıya çıkar. Böylece çözeltide amonyak kalmayınca oluşan asit tutkalın sertleştirilmesini gerçekleştirir (Güler, 2001).

2.5.3.8. Koruyucu maddeler

Odun kökenli levha ürünleri Mantar ve böcek saldırısı tehlikesinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önem arz etmektedir. Koruyucu madde olarak; pentaklorfenol başta olmak üzere, bakır-pentaklorfenol,

kromlu bakır arsenat, amonyaklı bakır arsenik, soydun florür veya sodyum sliksiloflorür kullanılmaktadır (Usta, 2011).

Yanmayı geciktirici madde olarak ise; borat, çinko, arsenik, bakır, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır (Özen, 1980).

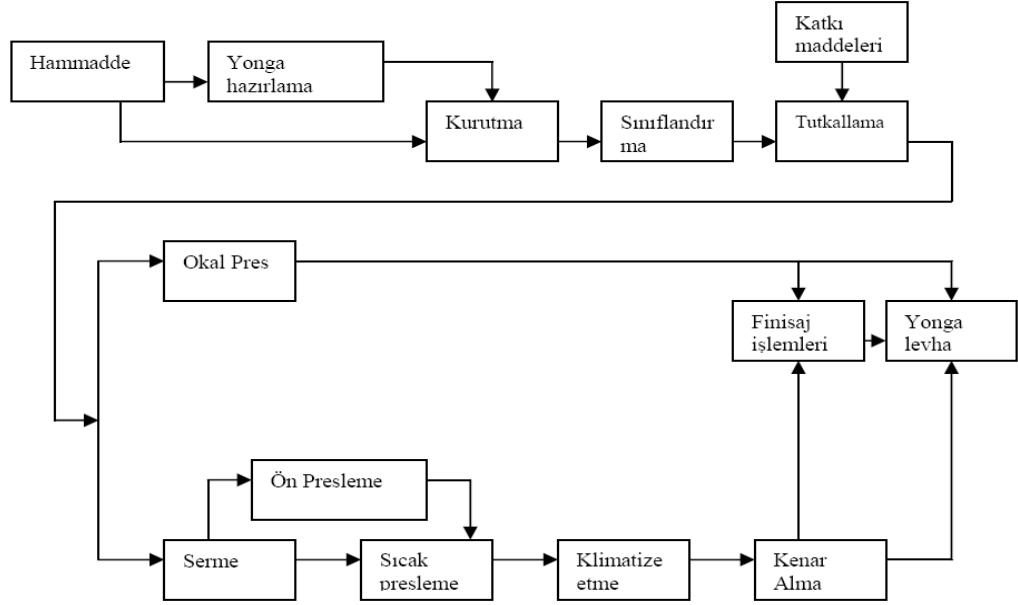
Koruyucu maddeler, levhaların içerisinde homojen bir dağılım yapması gerekmektedir. Bunun için tutkal çözeltisine karıştırılarak veya orta ve dış tabaka yongalarına püskürtülerek ya da levhanın dış tabakalarına ayrı ayrı sürülmek yoluyla uygulanmaktadır. Koruyucu maddeler kuru yonga miktarının yaklaşık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

2.5.3.9. Yanmayı geciktirici maddeler

Levhaların yanıcılık özelliğini en aza indirmek için kullanılan kimyasal maddelerdir. Yanmayı geciktirici maddeler fazla yaygın kullanılmamaktadırlar. Bu maddeler çinko, arsenik ve bakır tuzlarıdır. Bunların yanı sıra boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler levha üretimi sırasında tutkal karışımına toz veya sıvı halde katılabilmektedirler. Ayrıca üretimden sonra da levhanın yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir. Toz haldeki yanmayı önleyici maddelerin ilavesi sıvılar kadar etkili değildir (Karakuş, 2007).

2.6. Yonga Levha Üretim Teknolojileri

Yonga levha üretiminde başlıca üç üretim teknolojisinden söz edilmektedir, bunlar dik yongalı (Okal Tipi) levha üretimi, yatık yongalı levha üretimi ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bütün bu üretim metotlarındaki işlemler genel olarak aynıdır, fakat farklılıklar serme işlemleri, presleme teknikleri veya kullanılan bağlayıcı çeşitlerinden ortaya çıkmaktadır. Şekil 2,2'de Yonga levha üretim teknolojisi aşamaları verilmiştir (Yeni ocak, 2008).



Şekil 2.2. Yonga levha üretim teknolojisi (Usta, 2011)

2.6.1. Üretimde kullanılan hammaddeler

Yonga levhaların hazırlanmasında kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir fakat buna alternatif olarak odun kaynaklı kapak tahtaları, kusurlu kaplama levhaları, tomrukların bölümlere ayrılması sırasında elde edilen gövde kısımları, soyma işlemine yaramayan hatalı tomruklar, testere talaşı, tomruk ve tahtaların iç kısımlarından elde edilen artıklarda yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Ancak üretimde tüm bu odunsu maddelerin kabuklarının soyulmuş veya kabuk içermemesi tercih edilmektedir.

2.6.2. Ham madde odununun depolanması

Türkiye’de hava şartlarından dolayı yılın belli aylarda odun üretimi olmaktadır, fabrikalar yıllık ham madde ihtiyacını depolama yöntemiyle karşılamaktadırlar. Fabrikalar yıllık ham madde gereksinimine denk gelecek şekilde depolama yapmaktadırlar. Depoda kapak tahtaları, tomruklar, çıtalar, iğne yapraklı ağaç odunları, yerli ve yabancı ağaç odunları, levhanın dış ve orta tabakaları için yongalar elde etmek için ayrı ayrı yerden yaklaşık 50 cm lik mesafeyle depolanmalıdır. Depolamada; çürüklük ve mantar tahribatına karşı hava sirkülasyonunun iyi bir şekilde sağlanması gerekir. Bu tür olumsuz şartlarla karşılaşmamak için en uygun

yöntem malzemenin hemen üretime verilmesidir çünkü depolama esnasında hammadde çürüme, oksidasyon lekesi, lif ayrılması gibi çeşitli fiziksel ve kimyasal etkilere maruz kalır (Karakuş, 2007).

2.6.3. Kabuk soyma

Yongaların hazırlanması aşamasında ilk olarak kabuk soyma işlemi yapılmaktadır. Genellikle orta tabaka yongaların üretiminde kabuk soyma ünitesi kullanılmaktadır. Kabuğun yonga levha üretiminde tercih edilme sebeplerinin başında verim artışı sağlaması gelmektedir, bundan dolayı direk üretime katılmaktadır. Yonga levha üretiminde üst tabakalarda odunların kabukları arındırılmış olarak kullanılmaktadır. Levha üretiminde kabuk miktarı %10'nu geçmemesi gerekir, üretimde kabuk kullanılmaması durumunda levhanın rengi daha homojen ve levhaların direnç değerleri daha yüksek elde edilir (Güler, 2001).

2.6.4. Yongalama

Yonga levha üretiminde kullanılacak yongalar, orman artıklarından değişik kesme yöntemleriyle elde edilir. Kullanılan makinenin özelliklerine göre biçim ve boyutları değişmektedir. Odunların yongalanmasında rutubet oranı önemli bir yere sahiptir. Düzgün yüzeyli ve kaliteli yongaların elde edilmesi için rutubetin %30-60 arası olması gerekir. Rutubetin fazla veya az olması bazı olumsuz sonuçları ortaya çıkarmaktadır. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur ve buda yonga verimini düşürür. Bu durum hammadde maliyetini artıran en önemli durumlardan biridir. Rutubetin fazla olması durumunda ise yongaların kurutma masrafları artar ve elde edilen yongaların yüzeyleri lifli hale gelir. Lifli yongalarda yapışma daha zor gerçekleşir. Bundan dolayı rutubet oranı %30'dan az %60'dan fazla olmamalıdır (Güler, 2001).

Levhalar için en uygun yongayı elde etmek için iki ayrı sistem kullanılır. Birincisinde önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde levha üretimine uygun hale getirilir. Bu işlemde elde edilen yongalar genellikle orta tabakada kullanılır. İkinci aşamada ise yuvarlak odundan yonga üretimine uygun incelikte ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir.

Bu yongalar, yongalama makinelerinde isteğe bağı olarak küçültülebilir (Özen, 1980).

2.6.4.1. Kaba yongalama

Kaba yongaların boyları genellikle 10-30 mm'dir bu tip yongalar büyük yongalar olarak adlandırılır. Odunlar ya liflere dik olarak ya da liflere 45° lik açı yapacak şekilde kesilirler (Kalaycıoğlu, 1991).

2.6.4.2. Normal yongalama

Yuvarlak odundan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga kesilmesine normal yongalama denir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik olan liflere paralel yönde kesilme yöntemidir. Yongalarda bu özellik çok önemli değildir. Çok ince olması nedeni ile kolayca lif yönünde kırılarak kendiliğinden daha dar yongalar oluşur. Normal yongalama için diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılır (Bozkurt ve Göker, 1990).

2.6.4.3. İnce yongalama

Levha yapımı için kaba yongaların daha küçük yongalar haline getirilmesi işlemine ince yongalama denir. Levha yapımında kullanılan yongalar belli ölçülerde olmalıdır. Dış tabakalarda kullanılan yongaların kalınlığı 0.15-0.25 mm orta tabakada kullanılacak yongaların kalınlıkları ise 0.3-0.5 mm arasında olması gerekir (Burdurlu, 1994).

2.6.5. Yongaların kurutulması

Üretilen yonga levhalar % 30-120 arasında değişik nem derecelerine sahiptir. Yongaların rutubetinin fazla veya az olması birçok olumsuz nedene sebep olmaktadır. Tutkalın sertleşmesini engeller, levhanın patlaması, toz miktarının ve yangın tehlikesinin artmasına, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşmasına, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın meydana gelmesine sebep olabilmektedirler. Bu olumsuz durumları ortadan kaldırmak için, levhanın

presten çıkış rutubetine göre, yongaların % 3-6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Bu kurutma işlemlerinde birçok kurutucu kullanılmaktadır bunlar;

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

Bu makinelere yonganın özelliğine göre değişik sıcaklıklar uygulanarak kurutma işlemi yapılmaktadır (Özen, 1980).

Bu kurutucularda sıcaklık 600-800 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Yongaların kurutulma süresinin kısalığından dolayı yongalar kurutucu içerisinden çabuk çıkarılması gerekir. Kurutucu içerisinde oluşabilecek herhangi bir tıkanıklık yangın çıkmasına sebep olabilir. Kurutucular bu sebepten dolayı yonga levha fabrikalarının en tehlikeli kısımlarından birini oluştururlar. Kurutucularda kurutulan yongalar rutubet miktarı bakımından büyük farklılık gösteriyorlarsa ayrı ayrı kurutulması gerekmektedir(Masraf, 2005).

2.6.6. Yongaların sınıflandırılması (Eleme)

Günümüzde gelişen teknolojiyle birlikte yongalama makineleriyle değişik boyutlarda yonga elde edilmektedir fakat ne kadar gelişmiş olsa da homojen boyutlarda üretim yapılamamaktadır. Elde edilen bu yongalar karışık halde yonga levha üretiminde kullanıldığı taktir de levhanın yüzey düzgünlüğü bozuk çıkabilmektedir. Levhalarda kullanılan kaba yongalar levhanın orta kısmında toplanarak levha kenarlarının kaplanmasını olumsuz yönde etkilemektedir. Ayrıca çok küçük veya toz halindeki parçacıkların elimine edilmeden kullanılması halinde ise bu toz halindeki parçacıklar çok fazla tutkal absorbe ederler ve yonga levhanın mekanik ve fiziksel dirençlerini düşürürler. Oluşan bu durumlardan dolayı yonga boyutlarında bir sınıflandırmaya gitmek zorunluluk haline gelmiştir. Bu işlem genellikle kurutma işleminden sonra

yapılmaktadır. Yaş iken bu sınıflandırma yapılırsa, çok ince olan yongalar daha kaba olan yongalara yapışırlar. Bu durumda etkili ve iyi bir sınıflandırma elde edilmez. Yongaların sınıflandırılması mekanik olarak eleklerde, pnömatik tasnif makinelerinde yapılır (Yeniocak, 2008).

2.6.7. Tutkallama ve diğer katkı maddelerinin ilavesi

Yonga levha üretiminde malzemenin kalitesini; ağaç malzemenin türü etkilemesiyle birlikte kullanılan yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Levhalarda kullanılan yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir. Tutkalın mümkün olduğu kadar üniform bir şekilde küçük tanecikler şeklinde malzemeye homojen şekilde yayılması levhanın direnç özelliklerini iyileştirmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, yongaların tutkallanmasında noktasal tutkallama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde, tutkal çözeltisi çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine püskürtülmektedir. Kullanılan tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranla % 4-12 arasında değişmekte ve yonga levha üretiminde, metrekareye 2 gr kuru, 8–12 gr da sıvı tutkal uygulanmaktadır.

Katkı maddesi olarak kullanılan sertleştirici ve parafin tutkala karıştırılır. Yanmayı geciktiren maddeler ile koruyucu maddeler ise tutkal-yonga karıştırıcısında veya üretim hattının başka bir yerinde ilave edilebilir. Tutkallamaya yüzey düzgünlüğü, yonga geometrisi ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketi etki etmektedir. Tutkal ve katkı maddeleri birçok yolla yongalar üzerine püskürtülebilir bunlar; tutkallama makinesi üzerinde bulunan ve karışımı çok küçük parçacıklara ayırabilen, havalı veya havasız püskürtme başlıkları, ya da döner santrifüjlü enjektörler vasıtasıyla yongalar üzerine püskürtülür. Burada amaç yongaların tüm yüzeylerine homojen bir şekilde tutkalın dağılmasıdır. Tutkallamaya, yonga geometrisi, yüzey düzgünlüğü ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketi etki etmektedir (Masraf, 2005; Çakmak, 2008).

2.6.8. Taslak oluşturma (Serme)

Bir sonraki aşama levha üretiminin en önemli aşamasından biridir tutkallama makinesinden çıkan yonga levhalar homojen bir taslak halinde serilmesi işleme hazır hale getirilmesi gerekir. Serme işlemi hatasız ve yatay düzleme göre simetrik yapılmalıdır. Bu aşamada yapılacak bir hata birçok olumsuz nedenin doğmasına sebep olabilir levhanın sadece fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığının değişmesinin dışında levhaların uygun bir şekilde preslenmesinde etkileyecektir. Yongaların serilmesindeki amaç, mümkün olduğu kadar üniform bir taslak elde etmektir. Levhanın her tarafında üniform bir dağılım olması gerekir.

Serme işlemi üç farklı şekilde yapılmaktadır. Bunlar; dökme, rzgarlama ve savurma yöntemleridir. Levha taslağı serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi durumda taslak kenar ve köşeleri kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı yaşanabilir. Genel olarak serme makineleri  sisteme göre çalışırlar.

- a. Dökme sistemi: Bu sistemin diğer bir ismi ise Novopan sistemidir. Üç tabakalı bir levha için en az üç tane serme başlığına ihtiyaç vardır. Bunlardan ikisi alt ve st tabakaları, birisi orta tabakayı sermektedir. Bu sistemde serilmiş levhaların enine kesiti kademelidir.
- b. Rzgrlama sistemi: Bu sistemde düşmekte olan yongalara dik yönde hava pşkrtlerek, yüzey ağırlığı az olan yongalar daha uzağa, çok olanlar ise daha yakına olacak şekilde serme başlığının altındaki sonsuz bant veya transport saçlarının üzerine dşerler. Taslağın diğer tarafının oluşması için birincisine aksi yönde hava pşkrtlr. Böylece elde edilen levhanın enine kesitinde ortadan yüzeylere doğru kalın yongadan daha ince yongalara doğru kademersiz sürekli bir geçiş vardır. Yüzey ve orta tabaka yongaları ayrı ayrı tutkallandıktan sonra uygun oranlarda dozajlanarak birlikte serme başlığına verilir. Bu sistem, Bison serme sistemi olarak adlandırılır.
- c. Savurma sistemi: Bu sistem Behr-Himmelbeher grubu tarafından geliştirilmiştir. Bu sistemle serilen levhaların enine kesitleri Bison sistemindeki gibidir. Tek fark

hava akımı yerine, yongalar bir silindir tarafından fırlatılmakta ve savrulmaktadır. Kalın olan yongalar uzağa düşerken, hafif yongalar ise yakına düşmektedir. Levhanın diğer yanının oluşması için birincisinin aksi yönde savurma yapılmalıdır (Masraf, 2005; Yeni ocak, 2008).

2.6.9. Presleme

İstenilen yoğunlukta yonga levha üretebilmenin bir sonraki aşaması presleme aşamasıdır. Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki şekil presleme yapılmaktadır. Levha direk sıcak prese verilmesi durumunda, pres katları arasında açıklık artmakta, dolayısıyla presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır. Ayrıca, yüzey düzgünlüğü bozulmakta, yüzey ve orta tabaka iyice kenetlenmemekte, ince yongalar sarsıntı ile alt tabakaya kayarak levha simetrisi bozulmaktadır. Soğuk pres işlemine ön pres işlemi de denilmektedir ve basıncı 15-20 kg/cm² arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker, 1985).

2.6.9.1. Soğuk pres (Ön presleme)

Soğuk presin kullanılmasında amaç orta ve yüzey tabakaları birbirine daha iyi kenetlemektir. Bu sayede ince yongaların taslak tabanına kayması önlenmiş olur. Sıcak preslerde pres plakalarının açılma yükseklikleri daraltılmış ve ısı kaybı ile pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur. Serme işlemi esnasında bazı yongalar taslak içerisinde meyilli yer almakta olup, bunlar ön pres sayesinde düşük basınçla kısmen düz duruma getirilir. Şekillendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga taslağı soğuk preste sıkıştırılır. Soğuk pres sadece levhanın sıkıştırılmasını sağlamakla kalmaz, ayrıca hava çıkışını sağlar. Üretim akışının kesintisiz olmasını sağlamak için sürekli ön presler kullanılmaktadır. Soğuk presten çıkan taslağın kalınlığı 1/3'üne düşmektedir.

Soğuk presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere ikiye ayrılırlar. Ön presler tek açıklıklı hidrolik preslerden oluşabileceği gibi, basınçlı silindirlere de oluşabilir. Bazı fabrikalarda ön presleme uygulanmaktadır. Okal tipi (Dik yongalı) yonga levha üretiminde ön presleme söz konusu değildir (Karakuş, 2007; Usta, 2011).

2.6.9.2. Sıcak pres

Sıcak presleme ile levha taslağı, yonga levha özelliğini aldığı kısımdır. İstenilen levha kalınlığı kadar belli sıcaklık altında sıkıştırılır. Bu sırada, sıcaklık etkisiyle tutkal sertleşir ve stabil bir malzeme elde edilmesi sağlanır.

Sıcak presleme yapıştırma için gerekli basıncın sağlanması, taslağın ön görülen levha kalınlığında sıkıştırılması, yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması, tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması gibi aşamalardan oluşturulur. Yonga levha yapım aşamasında tek katlı ve çok katlı presler kullanılmaktadır. Bu iki presleme arasında önemli farklar bulunmaktadır. Fakat bu farklar daha çok ekonomiktir. Sıcak presler iki çeşit olmaktadır bunlar; fasıllı ve fasılasız presler. Fasıllı preslerde kendi içinde tek katlı ve çok katlı olarak ayrılabilir. Tek katlı preslerde her periyotunda tek bir tane levha preslenir. Çok katlı preslerde ise bu sayı 4-22 arasında değişmektedir.

Yonga levhaların istenilen kalınlıkta olması için preslerde kalınlık takozları kullanılmaktadır. Preslemede kullanılan pres tabakaları ise termik ve mekanik olmak üzere iki görevi bulunmaktadır. Mekanik görevi; ön görülen sıcaklığa kadar sıkıştırmak, Termik görevi ise levha taslağını ısıtarak tutkalın sertleşmesini sağlamaktır (Karakuş, 2007; Usta, 2011).

2.6.10. Tamamlama (Bitirme)

Sıcak preslemeden çıkartılan yonga levhalar soğumaları için belli süre bekletilir. Levhalar soğutulmadan üst üste istiflenirse üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış levhalar rutubetinde etkisiyle bozulmakta ve yapışma dirençleri düşmektedir. Levhaların preslemesinden önce ve preslenmesi esnasında yapılan işlemler, elde edilecek yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin standartlara uygun olması sağlarlar fakat levhaların özelliklerinin korunması ve düzeltilmesi için preslemeden sonra da birçok işlem yapmak gerekmektedir. Levhalar soğutulduktan sonra daire testerede istenilen standart boyutlarda kesilirler. Genellikle yonga levha zımpara edilmektedir. Zımparalama sayesinde levhalardaki kalınlık hataları giderilmektedir. Genellikle 2-4 silindirik zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Bu makinelerde

kalınlık ayarları yapıldıktan sonra levhanın iki yüzeyi de zımparalanır. Zımparalanmadan sonra levhalar yüzey görünümlerine göre sınıflandırılırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenir. İstif yeri sıcaklığının 18-24 °C ve bağıl nemin %60-65 olması tercih edilebilir (Masraf, 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Atık muz kabukları

Bu çalışmada kullanılan atık muz kabukları Süleyman Demirel Üniversitesi yemekhanesinden temin edilmiştir. Yaş olarak temin edilen muz kabukları, zemin yüzeyine düzgün biçimde serilerek normal hava şartlarında kurutulmuştur(Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Atık muz kabuklarının normal hava şartlarında kurutulması

3.1.2. Kızılçam yongası

Deneyler için kullanılacak Kızılçam yongası Isparta Orman Ürünleri Entegre A.Ş. (Orma A.Ş.) tesislerinden temin edilmiştir.

3.1.3. Yapıştırıcı madde

Yonga levha üretiminde bağlayıcı olarak kullanılan Üre formaldehit (ÜF) tutkalı Orman A.Ş. tesislerinden temin edilmiştir. Çözeltileri firma tarafından hazırlanmış olan ÜF tutkalının levha üretimi için uygulamaları, firmadan alınan bilgiler doğrultusunda yapılmıştır. Kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri aşağıda Çizelge 3.1’de gösterilmiştir (Usta 2011).

Çizelge 3.1. Üre Formaldehit tutkalının özellikleri (Usta, 2011)

Özellikler	ÜF
Çözelti (%)	65 ± 1
Yoğunluk (g/cm ³)	1.27-1.29
pH (25 °C)	7.5-8.5
Viskozite, Dın/cPs 25°	150-200
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	25-30
Kullanma süresi (gün)	60
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20-30
Serbest CH ₂ O (max.) %	0.19

3.1.4. Sertleştirici maddeler

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20 lik ticari adı Herter olan Orma A.Ş' den temin edilen amonyum klorür çözeltisi kullanılmıştır.

3.2. Metot

3.2.1. Yonga levhaların üretimi

Doğal hava şartlarında kurutulan atık muz kabukları kusurlu ve homojen malzeme özelliğini bozan kısımlarından arındırılarak, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarında çekiçli değirmen makinesinde yongalanmıştır(Şekil 3.2 ve Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Çekiçli değirmen makinası



Şekil 3.3. Yongalanmış atık muz kabukları

Atık muz kabuğu yongaları (My) ile Kızılçam yongaları (Ky) Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Laboratuvarı etüvlerinde $102\pm 3^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşuncaya kadar kurutulmuştur(Şekil 3.4) .



Şekil 3.4. Muz yongalarının etüvde kurutulması

Etüvden çıkan yongaların sınıflandırılması için sarsıntılı elek kullanılmıştır. Elemede 4mm gözenekli elek altında kalan yongalar 0,5 mm elekten geçirilerek toz kısmından arındırılmış ve yonga levha üretimi için hazır hale getirilmiştir.

Yongaların yapıştırıcı olarak kullanılacak tutkal ile iyi bir kimyasal bağ oluşturması PH değerleri ile inorganik madde miktarlarına göre değişiklik göstermektedir. Bu amaçla muz kabuğu ve kızılçam yongalarının, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği laboratuvarında kimyasal analizleri yapılmış ve test sonuçları Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Atık muz yongası kimyasal analizi.

Yonganın cinsi	İnorganik madde miktarı	PH(1-7 asidik, 8-14 bazik)
My	0,0075	5,52
Ky	0,0086	4,83

Yonga levhalar için kullanılan tutkal oranı, tam kuru yonga ağırlığına oranının % 6,8,10’u olarak belirlenmiş ve üretim esnasında levhaların su almasını ve kalınlık artışı engelleyecek herhangi bir hidrofobik madde kullanılmamıştır. Tutkallarda kullanılan sertleştirici miktarı ise %65’lik tutkal çözeltisi için %10 oranında belirlenmiştir.

Karışım oranlarına göre ağırlıkları hesaplanan ve tartımları yapılan atık muz ve kızılçam yongaları, yüzde oranlarına göre ağırlıkları belirlenen tutkal miktarları ile dört kaşıklı silindir tutkallama makinesinde karıştırılarak tutkallanmıştır(Şekil 3.5).



Şekil 3.5. Dört kaşıklı silindir tutkallama makinesi

Levha taslağı için, 12mm kalınlıkta 31x35cm ölçülerinde metal bir çerçeve kullanılmıştır. Ayrıca ön sıkıştırma işlemi içinde aynı ebatlarda ahşap çerçeve kullanılmıştır. Pres alt sacının üzerine yerleştirilmeden önce altına mumlu pişirme kâğıdı serilen çerçeve taslak içerisine, tutkallanmış yongalar homojen biçimde el ile serilerek sıkıştırılmıştır (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7).



Şekil 3.6. Levha taslağı ve yongaların serilmesi



Şekil 3.7. Levha taslağında yongaların sıkıştırılması

Son olarak sıkıştırılmış levha taslağının üzerine pişirme kağıdı ve pres üst sacı yerleştirilerek 50x50cm tabla ölçülerine sahip elektrikli sıcak pres makinesinde preslenmiş ve presten sıcak çıkarılan levha taslakları soğumaya bırakılmıştır (Şekil 3.8, 3.9 ve 3.10).



Şekil 3.8. Levha taslağının üzerine pişirme kağıdı serilmesi



Şekil 3.9. Levha taslağının sıcak prese yerleştirilmesi



Şekil 3.10. Levha taslağının soğutulması

Karışım ve tutkal oranına göre beş gruba ayrılarak $0,65\text{gr}/\text{cm}^3$ yoğunlukta üretilen deneme levhalarının, aşağıdaki formüle göre hesaplanmış yonga ve tutkal ağırlıkları Çizelge 3.3'te üretim şartları ise Çizelge 3.4'te verilmiştir.

$$M_m = d \times L_k \times L_e \times L_b \quad (3.1)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada;

M_m : Malzeme miktarı

d : Yoğunluk

L_k : Levha kalınlığı

L_e : Levha eni

L_b : Levha boyu

Çizelge 3.3. Deney gruplarına göre değişen tutkal ve karışım oranları

Levha Grubu	Karışım (%)		Karışım (gr)		Tutkal (%)	Tutkal (gr)
	Ky	My	Ky	My		
A1	100	0	794	0	6	77
			778	0	8	102
			762	0	10	129
B1	75	25	596	198	6	77
			584	194	8	102
			572	190	10	129
C1	50	50	397	397	6	77
			389	389	8	102
			381	381	10	129
D1	25	75	198	596	6	77
			194	584	8	102
			190	572	10	129
E1	0	100	0	794	6	77
			0	778	8	102
			0	762	10	129

Çizelge 3.4. Deneme levhalarının üretim şartları

Pres sıcaklığı (°C)	150–155
Pres basıncı(N/mm2)	2.5–3
Pres zamanı (dakika)	4
Levha boyutları (mm)	310x350
Kalınlık (mm)	12
Gruplardan üretilen levha miktarı	5

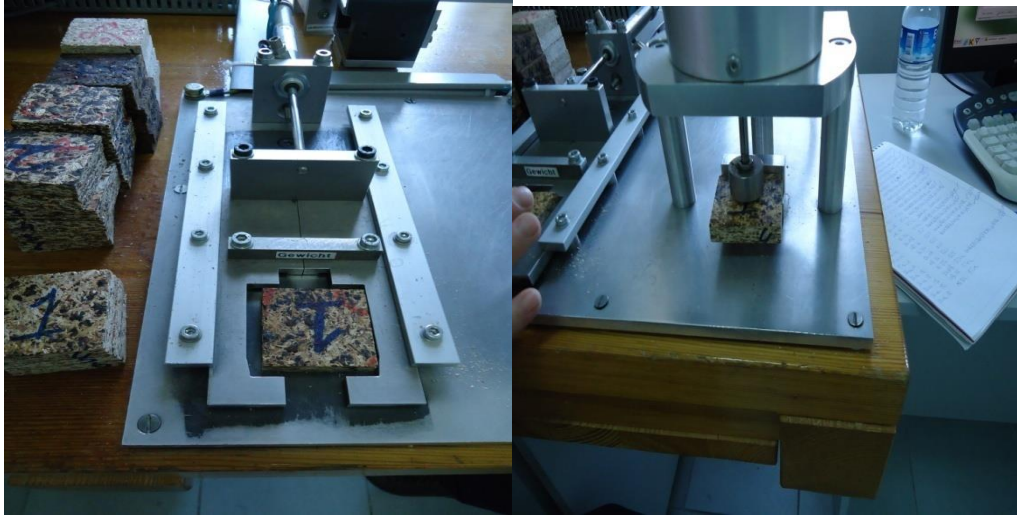
3.3. Fiziksel ve Mekaniksel Özelliklerin Tayini

3.3.1. Fiziksel özellikler

3.3.1.1. Yoğunluk

TS EN 323 (1999)'de belirtilen esaslara göre; TS EN 325 (1999)'e göre deney numuneleri 50x50 mm boyutlarında her bir levhadan 5 er tane olmak üzere tüm gruplardan örnekler alınmıştır. Deney numunelerini kesimi TS EN 326-1 (1999)'e göre yapılmıştır.

50x50 mm boyutlarında kesilen numuneler 103±2 °C deki etüvde değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Etüvden çıkartılan numuneler hassas terazide tartılmıştır, boyutları ± 0.01 duyarlıdaki kumpasla ölçülmüştür. Şekil 3.11.'de yonga levhanın yoğunluk tayini görülmektedir.



Şekil 3.11. Yonga levhanın yoğunluk tayini

Buna göre yoğunluk;

$$M = \frac{d}{V} \quad (3.2)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada:

d : Yoğunluk (gr/cm^3)

M : Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

V : Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm^3)

3.3.1.2.Kalınlık artış miktarı

Kalınlık artış miktarları TS EN 371 (1999)'de belirtilen esaslardan yararlanılarak yapılmıştır. Bu esaslara göre belirlenen numunelerden her gruptan 25 adet alınarak standartlara uygun şekilde TS EN 325 (1999)' e göre ± 0.01 mm duyarlığa sahip kumpasla 4 köşesinden ölçülmüştür. Ölçü işlemleri tamamlanan numuneler; pH değeri 7 ± 1 olan temiz ve durgun su içerisine birbirine, konulan kabın kenarlarına, tabanına değmeyecek şekilde üst kısmı 25 ± 5 mm aşağıda olacak şekilde $20 \pm 1^\circ \text{C}$ de su dolu kabın içerisine konulur ve 24 saat suda bekletilir, 24 saat tamamlandıktan sonra sudan çıkarılan numuneler fazla sularından arındırılarak 4 köşesinden tekrar ölçülmüştür. Her numune için kalınlık artış yüzdesi ayrı ayrı hesaplanmıştır. Şekil 3.12.'de. Yonga levhanın kalınlık artış miktar tayini görülmektedir.



Şekil 3.12. Yonga levhanın kalınlık artış miktar tayini

Buna göre kalınlık artışı;

$$K_a = \frac{E_s - E_k}{E_k} \times 100 \quad (3.3)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada;

K_a: Deney örneklerinin kalınlık artış miktarı (%)

E_s: Deney örneğinin su almış haldeki kalınlığı (gr)

E_k: Deney örneğinin tam kuru haldeki kalınlığı (gr)

3.3.2. Mekanik özellikler

Yonga levhaların mekanik zorlamalara karşı yeterli dirence ve elastikiyete sahip olması gerekmektedir. TS EN 310 (1999) standartlarına göre üretilen yonga levhaların mekanik özellikleri belirlemek için aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

3.3.2.1. Eğilme direnci

Eğilme direnci deneyleri TS EN 310 (1999)' a göre yapılmıştır. Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi işlemi ise TS EN 326-1 (1999)' e göre yapılmıştır. Deney parçaları dikdörtgen biçiminde 50 mm genişliğinde olup, uzunluk ise deney parçasının anma kalınlığının 20 katı ± 50 mm en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla ayarlanır. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten sonra TS EN 325 (1999)' e uygun olarak; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçülür. Eğilme direnci aleti olarak ise; TS EN 325 (1999)' e uygun olan alet kullanılmıştır. Yük deney boyunca sabit hızla uygulanmış ve yükleme başlığının hızı en büyük kuvvete saniyede ulaşacak şekilde ayarlanmıştır. Uygulanan kuvvetin değeri 0.01 hassasiyetle ölçülerek “yükdeformasyon” diyagramı çizilir. Uygulanan en büyük kuvvet % 1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilir. Her bir deney parçasının eğilme dayanımı, en büyük kuvvet “PMak” anındaki momentin “M” en kesit alanına oranı yoluyla hesaplanır. Şekil 3.13. Yonga levhanın eğilme direnci tayini görülmektedir.



Şekil 3.13. Yonga levhanın eğilme direnci tayini

Buna göre numunelerin eğilme direnç dayanımı;

$$F = \frac{3P_{\text{mak}} \times L}{2g \times k^2} \quad (3.4)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada;

F: Deney Örneğin eğilme direnç değeri (N/mm²)

P_{mak}: Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

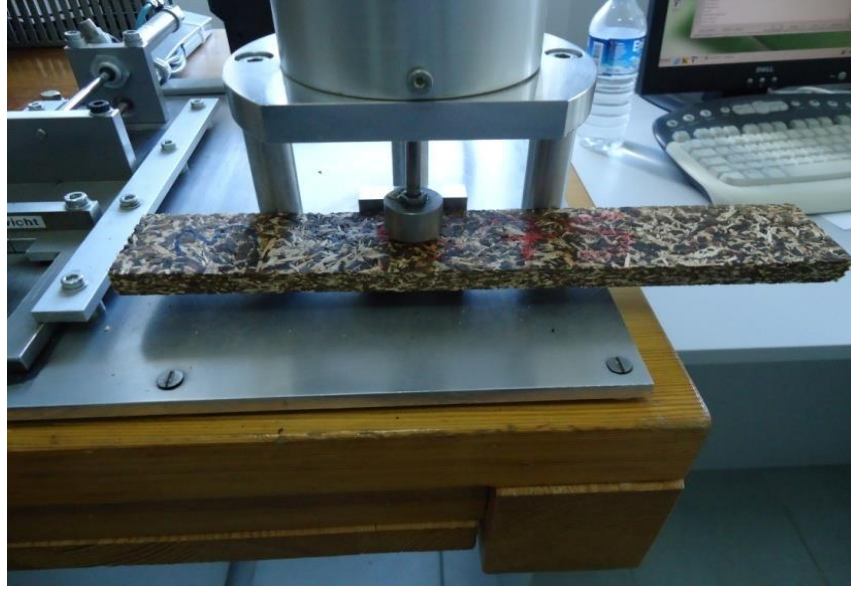
L: Dayanak açıklığı (mm)

g: Örnek genişliği (mm)

k: Örnek kalınlığı (mm)

3.3.2.2. Eğilmede elastikiyet modülü

TS EN 310 (1999)'a göre Eğilmede Elastikiyet modülü belirlenmiştir. Eğilme direncindeki aynı numuneler üzerinden ölçme aletiyle eğilme direnci yapılırken eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0.01 mm hassasiyette ölçülür. Şekil 3.14. Yonga levhanın eğilmede elastikiyet modülü tayini görülmektedir.



Şekil 3.14. Yonga levhanın eğilmede elastikiyet modülü tayini

Buna göre Eğilmedeki elastikiyet modülü ;

$$E = \frac{P \times L^2}{4g \times k^2 \times f} \quad (3.5)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada:

E: Eğilmedeki elastikiyet modülü (N/mm²)

P: Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yük (N)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

g: Örnek genişliği (mm)

k: Örnek kalınlığı (mm)

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

3.3.2.3. Yüzeye dik çekme direnci

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)' a göre Zwick marka 3 silindirli 4-75 devir hız ayarı olan bir makine kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Numunelerin alınması vedeney parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1 (1999)' e uygun olarak yapılmış olup,kenar uzunluğu 50±1mm olan kare şeklinde, kenarları dik uçları düzgün ve temiz olarak kesilir. Hazırlanan her bir örneğin boyutları alan belirlemek

için; TS EN 325(1999)'e uygun olarak 0.01 duyarlıklı mikrometre ile ölçülür. Ölçme işlemi tamamlandıktan sonra standartlara uygun şekilde hazırlanmış olan numuneler, metal alüminyumdan yapılmış aparatlara Cyabond tutkalı ile yapıştırılır. Yapıştırılan örnekler tamamen yapışmanın gerçekleşmesi için 5-10dk bekletilir, tamamen yapışmanın gerçekleşmesinden sonra numune deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilir. Deney parçaları yüzeye dik yönde kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir. Deney parçasının kopmasını sağlayan kuvvet % 1 hassasiyetle ölçüm yapan makine tarafından otomatik kaydedilmiştir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki şekilde hesap edilir. Şekil 3.15. Yonga levhanın yüzeye dik çekme tayini görülmektedir.



Şekil 3.15. Yonga levhanın yüzeye dik çekme tayini

Buna göre deney örneklerinin yüzeye dik çekme direnç değerleri;

$$Y_{dc} = \frac{P_{mak}}{A} \quad (3.6)$$

Eşitliğinden hesaplanmıştır Burada;

Y_{dc} : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

P_{mak} : Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

A: Örneğin enine kesit alanı (mm²)

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Atık Muz Kabuğu Yongası ve Kızılçam Yongası Kullanılarak Üretilen Levhaların Fiziksel Özellikleri

4.1.1. Yoğunluk verileri

Yonga levha gruplarının tutkal yüzdelere göre değişen yoğunluk değerleri ile ortalamaları sırası ile Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen yoğunluk değerleri ile ortalamaları

Yoğunluk değerleri (Gr/cm ³)						
Tutkal oranı	Deney grupları	A1	B1	C1	D1	E1
% 6	1	0.69	0.64	0.67	0.67	0.67
	2	0.68	0.67	0.64	0.69	0.67
	3	0.67	0.65	0.66	0.62	0.65
	4	0.64	0.64	0.65	0.69	0.66
	5	0.65	0.63	0.63	0.68	0.69
Ortalama		0.67	0.65	0.65	0.67	0.67
% 8	1	0.69	0.65	0.67	0.67	0.67
	2	0.69	0.67	0.67	0.67	0.67
	3	0.67	0.66	0.68	0.68	0.65
	4	0.65	0.67	0.65	0.66	0.68
	5	0.65	0.65	0.67	0.67	0.66
Ortalama		0.67	0.66	0.67	0.67	0.66
% 10	1	0.65	0.68	0.69	0.68	0.67
	2	0.65	0.66	0.68	0.67	0.66
	3	0.66	0.66	0.66	0.67	0.66
	4	0.67	0.67	0.68	0.66	0.67
	5	0.65	0.68	0.67	0.66	0.67
Ortalama		0.66	0.67	0.68	0.67	0.67

Yoğunluk değerleri üzerinde yapılan SPSS istatistik analiz sonuçlarına göre elde edilen, ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayısı değerleri çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen yoğunluk değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları

Karışım oranı	Tutkal %	N	Min.	Max.	X(gr/ cm ³)	S	Varyans
A1	6	5	0.64	0.69	0.67	19,03851	362,465
	8	5	0.65	0.69	0.67	20,50346	420,392
	10	5	0.65	0.67	0.66	7,34493	53,948
B1	6	5	0.63	0.67	0.65	15,41353	237,577
	8	5	0.66	0.67	0.66	9,95148	99,892
	10	5	0.66	0.68	0.67	7,98217	63,715
C1	6	5	0.63	0.67	0.65	14,84975	220,515
	8	5	0.65	0.68	0.67	11,08954	122,987
	10	5	0.66	0.69	0.68	9,10181	82,843
D1	6	5	0.62	0.69	0.65	34,62354	119,903
	8	5	0.66	0.68	0.67	10,82682	72,137
	10	5	0.66	0.68	0.67	8,333367	69,445
E1	6	5	0.65	0.69	0.67	15,20141	231,083
	8	5	0.65	0.68	0.66	12,08276	145,993
	10	5	0.66	0.67	0.67	7,32380	53,638

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma

Çizelge 4.2'deki yoğunluk değerleri incelendiğinde; % 10 tutkallı C1 grubu yonga levhanın 0.68 gr/cm³ değeri ile en yüksek, % 6 tutkallı B1 ve C1 grubu yonga levhaların ise 0.65 gr/cm³ en düşük yoğunluğa sahip levha olarak üretildiği görülmektedir. Üretilen yonga levhaların yoğunluk değerleri hedeflenen 0.65 gr/cm³ yoğunluk değerlerine çok yakın olduğu görülmektedir. Gruplar arasında farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına yönelik gerçekleştirilen çoklu Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Çizelge 4.3. Yoğunluk Varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F değeri	Hata İhtimali P<0.005
Model	5186,258 ^a	14	370,447	1,618	,000 ***
Karışım Oranı (K)	1276,367	4	319,092	1,394	,247 Ö.D
Tutkal Miktarı (T)	362,727	2	181,363	,792	,457 Ö.D
Etkileşim K*T	3547,164	8	443,395	1,937	,071 Ö.D
Hata	13734,064	60	228,901		
Toplam	1,367E7	75			
Düzeltilmiş toplam	18920,322	74			

***: Önemli, Ö.D. :Önemli değil

Çizelge 4.3. incelendiğinde; gruplar arası farklılık, karışım oranı, tutkal oranı ve ikili etkileşim bakımından % 0,05 önem düzeyinde anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Aralarında anlamlı olmadığı için Duncan testi yapılmasına gerek duyulmuştur.

4.1.2. Kalınlık artış verileri

Yonga levha gruplarının tutkal yüzdelere göre değişen ilk kalınlık değerleri ile 24 saat suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlıkları ve ortalama kalınlık artışlarının yüzde oranları çizelge 4.4’ de veriler üzerinde yapılan istatistiksel çalışmalar çizelge 4.5’te verilmiştir.

Çizelge 4.4. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen kalınlığa şişme ile ortalamaları.

Deney grupları		A1		B1		C1		D1		E1	
Tutkal oranı	Deney grupları	İlk	Son	İlk	Son	İlk	Son	İlk	Son	İlk	Son
% 6	1	12,4	18,3	11,6	15,5	11,7	14,6	12,1	15,2	11,1	14,7
	2	12,3	19,0	11,5	15,5	11,5	14,9	11,9	14,4	10,7	13,8
	3	12,3	17,8	11,8	15,8	11,4	15,0	11,8	14,4	10,8	13,7
	4	12,5	17,8	12,3	16,2	11,9	15,5	11,7	14,2	11,2	14,2
	5	12,7	18,0	11,8	15,9	11,5	14,9	12,3	15,5	11,6	14,7
Kalınlık artışı Ortalama (%)		44,8		33,7		29,1		23,2		27,3	
% 8	1	11,9	16,0	11,9	16,0	12,3	15,3	11,6	14,0	11,7	13,8
	2	11,7	16,1	11,6	15,0	11,9	15,0	11,3	13,4	11,2	13,6
	3	11,7	16,7	11,5	16,0	11,7	14,7	11,1	14,1	10,9	13,1
	4	12,0	16,5	11,5	15,4	11,8	14,9	11,1	14,0	10,8	13,0
	5	12,3	16	11,9	15,7	12,0	14,7	11,3	13,8	11,1	13,4
Kalınlık artışı Ortalama (%)		35,4		32,6		24,9		22,9		20,1	
% 10	1	11,8	15,7	11,5	14,4	11,7	13,7	12,1	14,3	11,7	13,8
	2	11,5	15,0	11,7	13,9	11,3	13,0	11,6	13,8	11,3	12,9
	3	11,6	14,9	11,4	14,1	11,3	13,4	11,9	14,3	10,8	13,4
	4	11,8	16,0	11,3	14,1	11,4	13,6	11,3	13,1	10,8	13,2
	5	12,1	16,3	11,4	14,5	11,6	13,6	11,7	14,0	11,1	13,5
Kalınlık artışı Ortalama (%)		32,4		23,9		18,0		17,7		19,0	

Çizelge 4.5. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen kalınlık artış değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları

Karışım oranı	Tutkal %	N	Min.	Max.	X(%)	S	Varyans
A1	6	5	41,70	48,50	44,96	3,0096	9,058
	8	5	30,00	37,70	35,44	3,3426	11,17
	10	5	28,40	35,40	32,38	3,1352	8,662
B1	6	5	31,70	34,80	33,74	1,2502	1,563
	8	5	29,30	34,50	32,40	2,0322	4,130
	10	5	18,80	27,20	23,90	3,1352	9,830
C1	6	5	24,80	31,60	29,10	2,5475	6,490
	8	5	22,50	26,20	24,94	1,5323	2,348
	10	5	17,10	19,30	18,04	,93434	,873
D1	6	5	21,00	26,00	23,20	2,4041	5,780
	8	5	18,60	27,00	22,90	3,5714	12,75
	10	5	15,90	18,90	17,74	1,1282	1,273
E1	6	5	26,70	28,90	27,30	,94074	,885
	8	5	17,90	21,40	20,12	2,9431	1,747
	10	5	14,20	21,60	18,98	3,0351	9,212

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma

Çizelge 4.5 incelediğimizde en yüksek kalınlık artış miktarı %6 tutkal kullanılan A1 grubu levhalarda % 44,96 olarak bulunmuştur. En düşük kalınlık artış miktarı ise %10 tutkalı D1 grubu levhalarda %17,74 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu verilerin istatistiksel açıdan anlamlı olup olmadığını belirlemek için Varyans analizi yapılmıştır, Varyans analiz sonuçları çizelge 4.6’ da verilmiştir.

Çizelge 4.6. Kalınlık artışı Varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F Değeri	Hata İhtimali P<0.005
Model	4123,067 ^a	14	294,505	51,499	,000 ***
Karışım Oranı (K)	2798,130	4	699,533	122,326	,000 ***
Tutkal Miktarı (T)	1117,605	2	558,803	97,717	,000 ***
Etkileşim K*T	207,332	8	25,917	4,532	,000 ***
Hata	343,116	60	5,719		
Toplam	59178,990	75			
Düzeltilmiş toplam	4466,183	74			

*** :Önemli

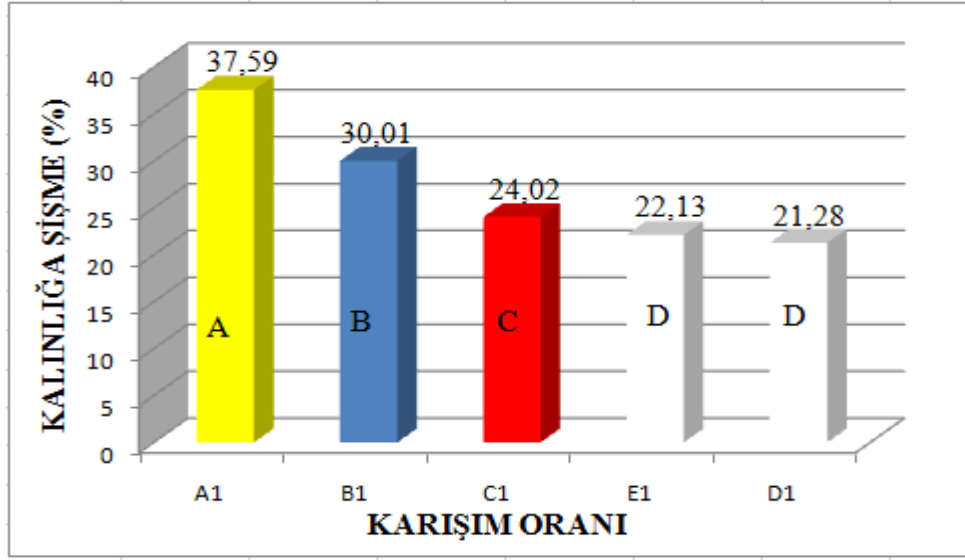
Çizelge 4.6 incelediğimizde; %0,05 önem düzeyinde karışım oranı, tutkal miktarı ve bu iki grup arasında önemli bir etkileşim olduğu görülmektedir.

R^2 değerinin (0,923) yüksek varyasyon katsayısının (9,01) düşük olması değişken değerlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan grupların en küçük önem farkını belirlemek üzere yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları çizelge 4.7. ve 4.8’de ve Şekil 4.1, 4.2’te grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.7. Karışım oranı kalınlık artışı Duncan testi sonuçları

Muz Kızılçam	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma
A1	15	37,59	A
B1	15	30,01	B
C1	15	24,02	C
E1	15	22,13	D
D1	15	21,28	D



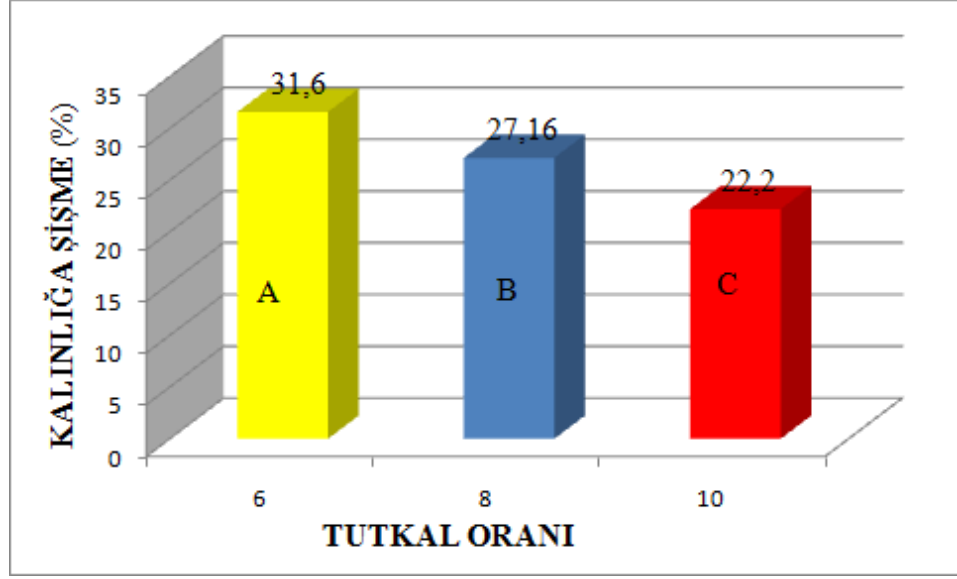
Şekil 4.1. Karışım oranı Duncan testi grafiği

Çizelge 4.7. Duncan testi sonuçlarını göre; Karışım oranına göre değişen kalınlık artışının, en yüksekten en düşüğe doğru A1,B1,C1 levha grupları olarak sıralandığı, D1 ve E1 levha grubunun birbirine yakın değerler ile aynı Duncan grubunda yer alarak en düşük kalınlığa şişme değerlerine sahip olduğu görülmektedir.

Gruplar arası farklılıkların atık muz yongası artışına bağlı olarak azaldığı nedeninin ise, geniş ve yatış yüzeylere sahip olan atık muz yongalarının lifli yapıya sahip olan kızılçam yongalarına göre daha az su emme özelliğinden kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.8. Tutkal oranı kalınlık artış miktarı Duncan testi sonuçları

Tutkal Oranı	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma
6	25	31,60	A
8	25	27,16	B
10	25	22,20	C



Şekil 4.2. Tutkal oranı Duncan testi grafiği

Çizelge 4.8. Duncan testi sonuçlarını göre; Kalınlığa şişme değerlerinin tutkal oranlarının artışına bağlı olarak azaldığı ve en yüksekten en düşüğe doğru A,B,C Duncan grubu olarak sıralandığı görülmektedir.

Bunun ise, tutkal oranının artışına bağlı olarak artan tutkalın atık muz kabuğu ve kızılçam yonga yüzeylerine daha fazla yayılması ile yapışma yüzey alanlarını arttırarak levhaların su emme hacmini azaltmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2. Atık Muz Kabuğu Yongası ve Kızılçam Yongası Kullanılarak Üretilen Levhaların Mekanik Özellikleri

4.2.1. Yüzeye dik çekme verileri

Yüzeye dik çekme deneyi sonucunda levha gruplarından elde edilen ve tutkal yüzdelere göre değişen yüzeye dik çekme verileri sırası ile Çizelge 4.9'te veriler üzerinde yapılan istatistiksel çalışmalar çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen yüzeye dik çekme değerleri ile ortalamaları.

Yüzeye dik çekme değerleri N/mm ²						
Tutkal oranı	Deney grupları	A1	B1	C1	D1	E1
% 6	1	0,18	0,22	0,23	0,18	0,21
	2	0,18	0,22	0,21	0,22	0,24
	3	0,16	0,21	0,21	0,21	0,28
	4	0,17	0,19	0,17	0,18	0,25
	5	0,14	0,20	0,20	0,22	0,19
ORTALAMA		0,16	0,21	0,20	0,20	0,23
% 8	1	0,30	0,24	0,20	0,28	0,34
	2	0,34	0,21	0,23	0,24	0,35
	3	0,32	0,25	0,24	0,25	0,35
	4	0,30	0,22	0,24	0,30	0,31
	5	0,32	0,20	0,21	0,21	0,30
ORTALAMA		0,32	0,22	0,22	0,26	0,33
% 10	1	0,43	0,42	0,36	0,35	0,53
	2	0,37	0,41	0,30	0,29	0,56
	3	0,49	0,26	0,34	0,31	0,48
	4	0,45	0,41	0,35	0,35	0,53
	5	0,52	0,32	0,36	0,32	0,46
ORTALAMA		0,45	0,36	0,34	0,32	0,51

Çizelge 4.10. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen yüzeye dik çekme değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve Varyans katsayıları

Karışım oranı	Tutkal %	N	Min.	Max.	X(N/mm ²)	S	Varyans
A1	6	5	0,14	0,18	0,16	,01673	,000
	8	5	0,30	0,34	0,31	,01673	,000
	10	5	0,37	0,52	0,45	,05762	,003
B1	6	5	0,19	0,22	0,20	,01304	,000
	8	5	0,20	0,25	0,22	,02074	,000
	10	5	0,26	0,42	0,36	,07092	,005
C1	6	5	0,17	0,23	0,20	,02191	,000
	8	5	0,20	0,24	0,22	,01817	,000
	10	5	0,30	0,36	0,34	,02490	,001
D1	6	5	0,18	0,22	0,20	,02049	,000
	8	5	0,21	0,30	0,25	,03507	,001
	10	5	0,29	0,35	0,32	,02607	,001
E1	6	5	0,19	0,28	0,23	,03507	,001
	8	5	0,30	0,35	0,33	,02345	,001
	10	5	0,46	0,56	0,51	,04087	,002

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma

Çizelge 4.10'deki yüzeye dik çekme değerleri incelendiğinde; %10 tutkallı E1 grubu yonga levhanın 0,51 N/mm² değeri ile en yüksek yüzeye dik çekme direnci sağladığı, %6 tutkallı A1 grubu levhanın ise 0.16 N/mm² ile en düşük çekme direnç değeri aldığı görülmektedir. Gruplar arasında tespit edilen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına yönelik gerçekleştirilen çoklu Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Yüzeye dik çekme Varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	Hata İhtimali P<0.005
Model	,687 ^a	14	,049	44,017	,000 ***
Karışım Oranı (K)	,116	4	,029	26,069	,000 ***
Tutkal Miktarı (T)	,496	2	,248	222,493	,000 ***
Etkileşim K*T	,075	8	,009	8,372	,000 ***
Hata	,067	60	,001		
Toplam	7,084	75			
Düzeltilmiş toplam	,754	74			

*** :Önemli

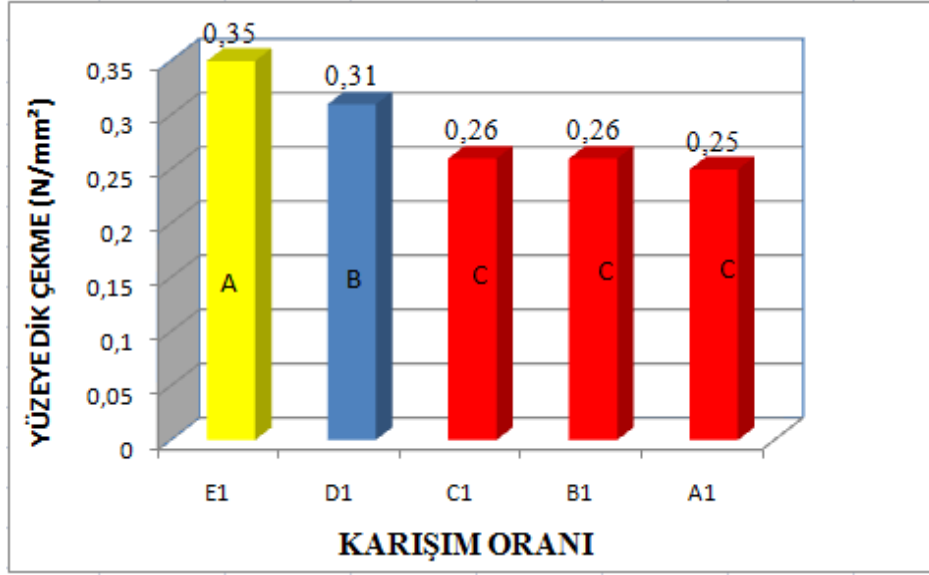
Çizelge 4.11. incelendiğinde; gruplar arası farklılık, karışım ve tutkal oranı ile ikili etkileşim bakımından %0,05 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

R² değerinin (0,911) yüksek varyasyon katsayısının (10,22) düşük olması değişken değerlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan grupların en küçük önem farkını belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları çizelge 4.12 ve 4.13'de ve Şekil 4.3, 4.4'de grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12. Karışım oranı Yüzeye dik çekme Duncan testi sonuçları

Muz Kızılçam	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma
E1	15	0.35	A
A1	15	0.31	B
B1	15	0.26	C
D1	15	0.26	C
C1	15	0.25	C



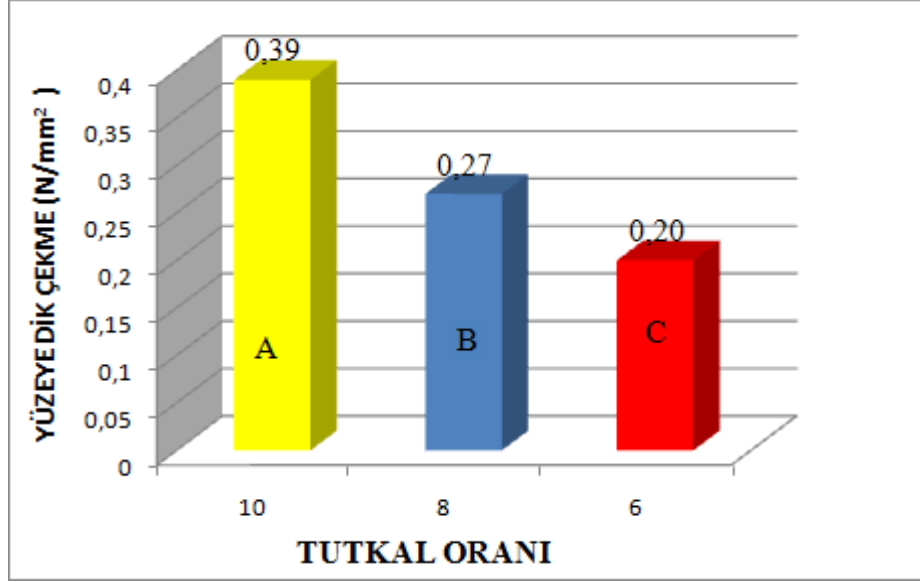
Şekil 4.3. Yüzeye dik çekme Duncan testi grafiği

Çizelge 4.12. Duncan testi sonuçlarını göre; Karışım oranına göre değişen yüzeye dik çekme direnci en yüksekten en düşüğe doğru E1 ve D1 levha grupları olarak sıralandığı, C1, B1 ve A1 levha grubunun birbirine yakın değerler ile aynı Duncan grubunda yer alarak en düşük yüzeye dik çekme direncine sahip olduğu görülmektedir.

Gruplar arası farklılıkların atık muz yongası artışına bağlı olarak arttığı nedeninin ise geniş ve yatsı yüzeyli atık muz yongalarının, birbirlerini tam anlamı ile kavrayarak oluşturduğu yapışma yüzey alanı ve mukavemetinin, kızılçam yongalarının birbirlerine ve atık muz yongalarına yapışarak oluşturdukları yapışma yüzey alanı ve mukavemetinden daha fazla olması ile açıklanabilir.

Çizelge 4.13. Tutkal oranı Yüzeye dik çekme Duncan testi sonuçları

Muz Kızılçam %	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma
10	25	0,39	A
8	25	0,27	B
6	25	0,20	C



Şekil 4.4. Yüzeye dik çekme duncan testi grafiği

Çizelge 4.13. Duncan testi sonuçlarını göre; Tutkal oranına göre değişen yüzeye dik çekme dirençlerinin, tutkal oranlarının artışına bağlı olarak arttığı ve en yüksekten en düşüğe doğru A,B,C, Duncan grubu olarak sıralandığı görülmektedir.

Bunun ise tutkal oranına bağlı olarak miktarı arttırılan tutkalın, yongaların tutkallanması sırasında atık muz kabuğu ve kızılçam yonga yüzeylerine daha fazla yayılarak yapışma yüzey alanı ve mukavemetini arttırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2.2. Eğilme direnci

Eğilme direnci deneyi sonucunda levha gruplarından elde edilen ve tutkal yüzdelere göre değişen eğilme direnç verileri sırası ile Çizelge 4.14’de veriler üzerinde yapılan istatistiksel çalışmalar çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.14. % 6-8-10 Üre formaldehit tutkallı yonga levhaların karışım oranlarına göre değişen eğilme direnci değerleri ile ortalamaları.

Eğilme direnci değerleri N/mm ²						
Tutkal oranı	Deney grupları	A1	B1	C1	D1	E1
% 6	1	9,3	7,9	0	0	0
	2	8,9	6,6	0	0	0
	3	8,5	7,3	0	0	0
	4	9,6	6,9	0	0	0
	5	9,2	6,6	0	0	0
ORTALAMA		9,1	7,1	0	0	0
% 8	1	8,1	7,8	7,3	0	0
	2	9,8	8,3	7,2	0	0
	3	8,5	7,9	8,1	0	0
	4	10,8	8,2	7,6	0	0
	5	12,1	8,6	6,9	0	0
ORTALAMA		9,9	8,2	7,4	0	0
% 10	1	12,8	7,7	8	0	0
	2	14,4	8,3	8,4	0	0
	3	13,6	10,1	8,4	0	0
	4	15,1	9,5	8	0	0
	5	13,8	9,8	7,9	0	0
ORTALAMA		14,1	9,1	8,1	0	0

Çizelge 4.15. Karışım yüzdesi ve tutkal oranına göre değişen eğilme direnç değerlerinin ortalama, standart sapma, minimum, maksimum ve varyans katsayıları

Karışım oranı	Tutkal %	N	Min.	Max.	X (N/mm ²)	S	Varyans
A1	6	5	8,50	9,60	9,10	,41833	,175
	8	5	8,10	12,10	8,86	1,6471	2,713
	10	5	12,8	15,10	13,9	,38678	,748
B1	6	5	6,60	7,90	7,06	,24617	,303
	8	5	7,80	8,60	8,16	,14353	,103
	10	5	7,70	10,10	9,08	,46087	1,062
C1	6	0	-	-	-	-	-
	8	5	6,90	8,10	7,42	,45494	,207
	10	5	7,90	8,40	8,14	,24083	,058
D1	6	0	-	-	-	-	-
	8	0	-	-	-	-	-
	10	0	-	-	-	-	-
E1	6	0	-	-	-	-	-
	8	0	-	-	-	-	-
	10	0	-	-	-	-	-

X: Aritmetik ortalama, S: Standart sapma

Çizelge 4.15'deki eğilme direnç değerleri incelendiğinde; %10 tutkallı E1 grubu yonga levhanın 13,9 N/mm² ile en yüksek, %6 tutkallı B1 grubu levhanın ise 7.06 N/mm² ile en düşük eğilme direncine sahip olduğu görülmektedir. Gruplar arasında tespit edilen bu farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığına yönelik gerçekleştirilen çoklu Varyans analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Eğilme direnci varyans analiz sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F-değeri	Hata İhtimali P<0.005
Model	163,963 ^a	7	23,423	34,902	,000 ***
Karışım Oranı (K)	84,690	2	42,345	63,095	,000 ***
Tutkal Miktarı (T)	58,948	2	29,474	43,917	,000 ***
Etkileşim K*T	20,325	3	6,775	10,095	,000 ***
Hata	21,476	32	,671		
Toplam	3494,200	40			
Düzeltilmiş toplam	185,439	39			

*** :Önemli

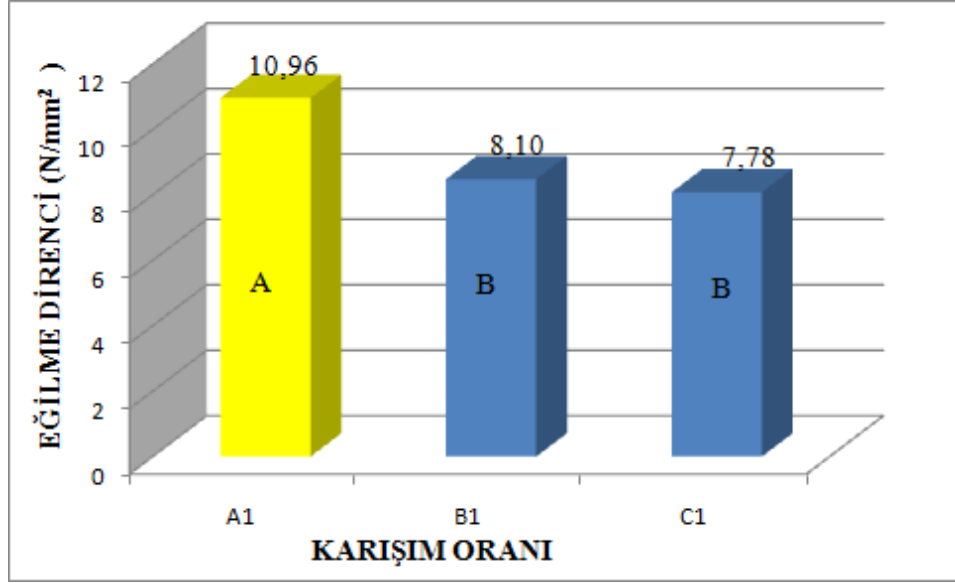
Çizelge 4.16. incelendiğinde; gruplar arası farklılık, karışım ve tutkal oranı ile ikili etkileşim bakımından %0,05 önem düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir.

R² değerinin (0,884) yüksek varyasyon katsayısının (5,66) düşük olması değişken değerlerinin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Aralarında anlamlı ilişki çıkan grupların en küçük önem farkını belirlemek amacı ile yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları çizelge 4.17 ve 4.18'de Şekil 4.5 ve 4.6'da grafik olarak verilmiştir.

Çizelge 4.17. Karışım oranı Eğilme direnci Duncan testi sonuçları

Muz Kızılçam	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma
A1	10	10,996	A
B1	15	8,1000	B
C1	15	7,7800	B



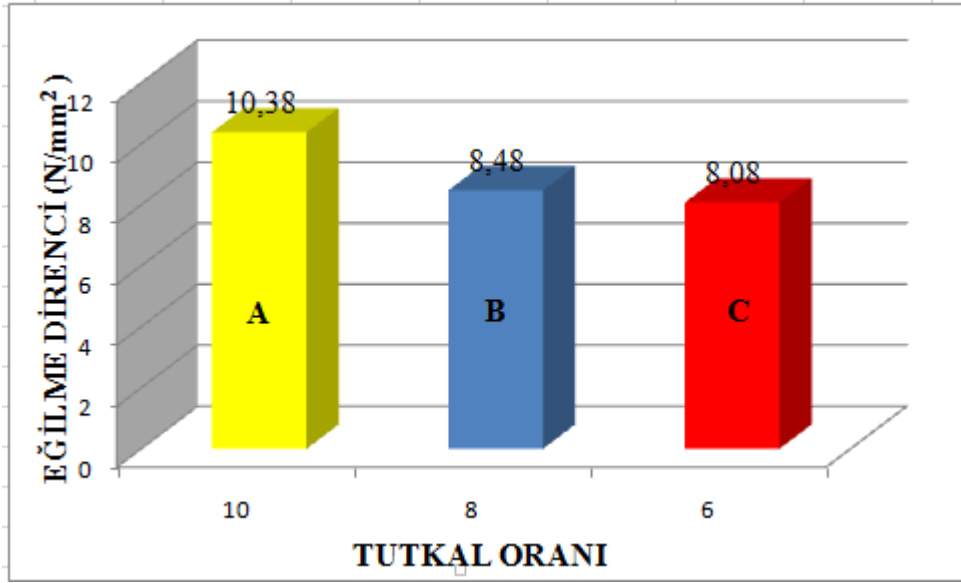
Şekil 4.5. Eğilme direnci Duncan testi grafiği

Çizelge 4.17.Duncan testi sonuçlarını göre; Karışım oranına göre değişen eğilme direnci en yüksek A1 grubu levhalardan elde edilmiştir. B1 ve C1 levha grubunun birbirine yakın değerler ile aynı Duncan grubunda yer alarak en düşük eğilme direncine sahip olduğu görülmektedir. D1 ve E1 grubu levhalardan değer elde edilememiştir.

Bu durumun, 5.52 lik PH değeri ile bazik özelliği yakın ve yüksek inorganik madde miktarına sahip olan atık muz kabuğu yongalarının, asidik ortamları seven ÜF tutkalı ile iyi bir kimyasal bağ oluşturamamasından kaynaklandığı düşünülebilir.

Çizelge 4.18. Tutkal oranı Eğilme direnci Duncan testi sonuçları

Tutkal oranı	N	Ortalama	Duncan Gruplandırma	
10	10	10,386	A	
8	15	8,4800	A	B
6	15	8,0800		B



Şekil 4.6. Eğilme direnci Duncan testi grafiği

Çizelge 4.18. Duncan testi sonuçlarını göre; Tutkal oranına göre değişen eğilme direnci değerlerinin, tutkal oranlarının artışına bağlı olarak arttığı ve en yüksekten en düşüğe doğru A,B,C, Duncan grubu olarak sıralandığı görülmektedir.

Bunun durumun ise, tutkal oranına bağlı olarak miktarı arttırılan tutkalın, yongaların tutkallanması sırasında atık muz kabuğu ve kızılçam yonga yüzeylerine daha fazla yayılarak, yapışma yüzey alanı ve mukavemetini arttırmasından kaynaklandığı söylenebilir.

4.2.3. Elastikiyet modülü

TS EN 312-3 Standartlarına göre yapılan elastikiyet modülü deney sonuçları alınamadığı için İstatistiksel çalışma yapılamamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı oranlarda muz ve kızılçam yongalarından değişen tutkal yüzdelerine göre 0.65gr/cm^3 yoğunluklu yonga levhalar üretilmiştir. Levhalar üzerinde yapılan deneysel çalışmalar neticesinde fiziksel ve mekaniksel özellikleri belirlenerek TS standartlarına uygunluğu incelenmiştir.

TS EN 312-6 standart'ına göre nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda olması gereken kalınlığına şişme (P3) %14, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P4) %15, nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P5) %10, kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) %14 ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) %8'dir. Tez çalışmasının istatistiksel analizlerine göre; Yonga levhalarda kullanılan tutkal oranının kalınlığa şişme değerlerini etkilediği tutkal bakımından, en az kalınlığa şişme değerlerin %10 tutkallı levhalardan elde edildiği ve %8, %6 tutkallı levhalar olarak sıralandığı, karışım oranı bakımından ise, atık muz yongası oranının arttığı levhalarda kalınlığa şişme değerinin azaldığı ve tüm levha gruplarının %17,7 ile %44,8 arasında değişen kalınlığa şişme değerlerine sahip olduğu ve TS standartlara uygun olmadığı belirlenmiştir.

2007 yılında Karakuş, sera atıkları (Domates, patlıcan ve biber) kullanılarak ürettiği üç tabakalı orta yoğunluklu yonga levhaların kalınlığa şişme değerlerini %44 ile %117 arasında, Ustanın 2011'de çay bitkisi atıklarından ürettiği düşük yoğunluğa sahip yonga levhaların kalınlığa şişme değerlerinin ise %17 ile %34.8 arasında olduğunu bildirmişlerdir. Bu değerlere göre muz kabuğuyla üretilen orta yoğunluklu yonga levhaların, kalınlığa şişme değerlerinin daha iyi sonuçlar verdiği tespit edilmiştir. Üretimde su emme özelliğini azaltacak parafin ve hidrofofik maddeler kullanılarak TS standartlarına uygun levhaların üretilebileceği düşünülerek bilimsel olarak incelenmelidir.

TS EN 312 göre kuru şartlarda genel amaçlı levhalarda eğilme direncinin minimum değeri (P1) 11.5 N/mm^2 , kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhalarda (P2) 13 N/mm^2 , nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda (P3) 14 N/mm^2 , kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P4) 15 N/mm^2 , nemli şartlarda kullanılan

yük taşıyıcı levhalarda (P5) 16 N/mm², kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) 18 N/mm² ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) 20 N/mm² dir. Bu tez çalışmasının istatistiksel analizlerine göre; yonga levhalarda kullanılan tutkal oranının eğilme direncini etkileyerek, en yüksekten en düşük eğilme direnç değerine doğru %10–8–6 olarak sıralandığı, karışım oranı bakımından ise, muz yongası oranının arttığı D1 ve E1 grubu levhalardan hiçbir eğilme direnç değeri alınamadığı, A1,B1,C1 grubu levha eğilme direnç değerlerinin ise TS standartların altında kaldığı tespit edilmiştir.

2007 yılında Karakuş, sera atıkları (Domates, patlıcan ve biber) kullanılarak ürettiği üç tabakalı yonga levhaların eğilme direnç değerleri 4.49 ile 15.4 N/mm² arasında, 2011 yılında Usta tarafından yapılan çalışmada ise çay bitkisi atıklarından ürettiği düşük yoğunluğa sahip yonga levhaların eğilme direnç değerleri 3.56 ile 4.67 N/mm² arasında olduğunu bildirmişlerdir. Atık muz kabuğuyla üretilen orta yoğunluklu levhalarda ise bu değer 7.06 ile 13.9 N/mm² arasında olduğu tespit edilmiştir. Buradan atık muz kabuklarıyla üretilen yonga levhaların eğilme direnç değerlerinin, çay atıklarıyla üretilen düşük yoğunluklu levhalara göre daha iyi olduğu, sera atıklarıyla üretilen orta yoğunluklu levhalarla ise benzer sonuçlara sahip olduğu söylenebilir.

TS EN 312-2 standart'ına göre kuru şartlarda genel amaçlı levhalar için yüzeye dik çekme direncinin minimum değeri (P1) 0.24 N/mm², kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhalarda (P2) 0.35 N/mm², nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda (P3) 0.45 N/mm², kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P4) 0.35 N/mm², nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P5) 0.45 N/mm², kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) 0.50 N/mm² ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) 0.70 N/mm² dir. Yapılan istatistiksel analizlere göre; yonga levhalarda kullanılan tutkal ve karışım oranının yüzeye dik çekme direncini etkilediği, tutkal bakımından, en yüksek yüzeye dik çekme direncini %10 tutkalı levha gruplarının en düşük yüzeye dik çekme direncini sırası ile %8 ve %6 tutkalı levha gruplarının verdiği, karışım oranı bakımından en yüksek yüzeye dik çekme direncini sırası ile E1 ve D1 grubu levhaların, B1,C1 ve A1 grubu levhaların ise birbirine yakın yüzeye dik çekme direncine sahip oldukları ve tüm

levha gruplarının kuru şartlarda genel amaçlı levha standartlarını sağladığı tespit edilmiştir.

2007 yılında Karakuş, sera atıkları (Domates, patlıcan ve biber) kullanılarak ürettiği üç tabakalı yonga levhaların yüzeye dik çekme direnç değerleri 0.30 ile 0.96 N/mm² arasında, 2011 yılında Usta tarafından yapılan çalışmada ise çay bitkisi atıklarından ürettiği düşük yoğunluğa sahip yonga levhaların eğilme direnç değerleri 0.07 ile 0.09 N/mm² arasında olduğunu bildirmişlerdir. Atık muz kabuklarıyla üretilen orta yoğunluklu levhaların ise 0.16 ile 0.51 N/mm² arasındaki değerleri ile çay atıkları ile üretilen düşük yoğunluklu yonga levhalardan daha iyi, sera atıklarından üretilen orta yoğunluklu yonga levhalara göre iyi olmayan değerlere sahip olduğu söylenebilir.

TS-EN 312-3'e göre kuru şartlarda iç uygulamalarda kullanılan levhalar (P2) için eğilmede elastikiyet modülü 1600 N/mm² , nemli şartlarda yük taşıyıcı olmayan levhalarda (P3) 1950 N/mm², kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P4) 2300 N/mm², nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalarda (P5) 2400 N/mm², kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P6) 3000 N/mm² ve nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalarda (P7) 3100 N/mm² dir. Tez çalışması deney sonuçlarına göre hiç bir levha grubundan eğilmede elastikiyet modülü değerleri elde edilememiştir.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, yüzeye dik çekme değerlerinin TS EN 312-2 standardına uygun, eğilme direnci ve kalınlığa şişme değerlerinin ise uygun olmadığı, deney grubu levhaların hiç birinden eğilmede elastikiyet modülü değeri elde edilemediği tespit edilmiştir. Bu nedenle atık muz kabuğu, kızılçam yongalarından farklı karışım ve tutkal oranına göre 0,65gr/cm³ orta yoğunluklu yonga levhaların üretilmeyeceği belirlenmiştir.

Ancak, karışımdaki atık muz yongalarının % 25' ten daha düşük oranlara indirilmesi ve tutkal miktarının %10'un altına düşürülmemesi sağlanarak TS standartlarına uygun orta yoğunluklu levhalar üretebileceği, ayrıca muz yongalarının az su emme özelliklerine bağlı olarak farklı özelliklerde üretilcek yalıtım levhaları üzerinde bilimsel çalışmaların yapılabileceği düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T., ORÜS Vezirköprü Yonga Levha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul 1991
- Akbulut, T., 2000. Yonga Levha Endüstrisi, Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi, Nisan-Mayıs 7. 119-122.
- Alma, M., H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ., Tutus, A., 2004 Properties of Colton Carpel Based Particleboard. Industrial Cropsand Products, 32, 141-149
- Arslan, M.B. 2008. Orman ve Tarımsal Atıklardan Üretilen Kompozit Levhalarda Yüzey Kimyasal Özelliklerinin Araştırılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 90s, Isparta.
- Atchison, J. E., 1989. New developments in nonwood plant fibers, In: Properties of fibrous raw materials and their preparation for pulping, (Kocurek, M.J., -eds) Joint Textbook of The Paper industry, Vol.3, Tappi Press, 157-174. Atlanta.
- Batalla, L.,Nunez, A., J., Marcovich, N., E., 2005. Particleboards from Peanut-Shell Flour. Published Online in WileyInterScience, 97, 916-923.
- Bektaş, İ.,Guler, C., Kalaycıoğlu, H., Mengeloğlu, F., Nacar, M., 2005. The Manufacture of Particleboards using Sunflower Stalks and Poplar Wood. Journal of Composite Materials, 39-467.
- Birleşmiş Gıda ve Tarım Örgütü,2010)Erişim tarihi: 30.05.2013
<http://www.ibp.gov.tr/pg/sektorpdf/tarim/tazemeyvesebze.pdf>
- BS 1811, 1969. Methods of Test for Wood Chip boards and Other Particle Boards. 2 Metric Units.
- Bozkurt, A., Y., Göker, Y., 1990. Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 3311/372, 263s. İstanbul.
- Bozkurt Y.Göker Y. Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 3311 İstanbul 1985
- Burdurlu, E., 1994. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknolojisi, Bizim Büro Basımevi, Ankara, 322s.
- Cehreli H.T. ve Kalaycıoğlu H. Yonga Levha ve Diğer Malzemelerden Formaldehit Ayrışması ve Formaldehit Miktarının Saptanması Orman Ürünleri Endüstri Kongresi Eylül 1985
- Cooper, P.. A., Balatinecz. J., J., Falannery. S., J., 1999. Agricultural Easte Materials for Composites: Anacadian Realty. Centre for Management Technology Global Panel Based Conference, Nikkohotel Kuala Lumpur.

- Çöpür, Y., Güler, C., Akgül, M., Taşcıoğlu, C., 2007. Some Chemical Properties of Hazelnut Husk and its Suitability for Particleboard Production. Building and Environment, 42, 2568-2572.
- Demirkır, C. (2006). Kontrplak Üretimi Sırasında Oluşan Odunsu Atık ve Artık Materyallerin Yonga levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Döry, K., L., 2004. 4. Avrupa Ahşap Esaslı Panel Sempozyumu, Hanover.
- Grigoriou, A., Passialis, C., Voulgaridis, E., 2000. Experimental Particleboards From Kenaf Plantations Grown in Greece. Holz als Roh-und Werkstoff, 58, 309-314.
- Gübbük, H. 1990. Cam Serada Yetiştirilen Cavendish ve Basrai Muz Klonlarının Beslenmesi, Muhafazası ve Olgunlaştırılması Üzerinde Araştırmalar. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi. 1990. Adana.
- Güler, C., 2001. Pamuk Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 150s, Bartın.
- Güler, C., Özen, R., Kalaycıoğlu, H., 2001. Pamuk Saplarından Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, Fen ve Mühendislik Dergisi, 4, 1,99-108.
- Güler Ç, Bektaş İ., Kalaycıoğlu H., 2006. The Experimental Particleboard Manufacture from Sunflower Stalks (Helianthus annuus L.) and Calobrian Pine (Pinus brutia Ten). Forest Prod J. 56. 56-60.
- Gürü, M., Tekeli, S., Bilici, I., 2006. Manufacturing of Urea-Formaldehyde Based Composite Particleboard from Almond Shell, Materials and Design 27 1148-1151.
- Gümüşkaya İ. Dünyada ve Türkiye’de Yonga Levha Tüketim Yerleri Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi 5,2 (1982) 257-268
- Huş, S., 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 248 s.
- Joyce, T., W., Aravamuthan, R., 2005. Center for non-wood fibers. Non-wood Fibers Center at WMU
- Kalaycıoğlu, H., 1992. Bitkisel Atıkların Yonga Levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. Orenko, 92 (1.), 288-292.
- Karakuş, B., 2007. Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 96s, Isparta.

- Mantanis, G., Nakos, P., Berns, J., Regal, L., 2000 Turning Agricultural straw residues into value- added composite products: Anew Environmentally friendly technology. Wood Technoogist Siempelkamp Co Siempelkalmprstr, 75, 47803 s Germany
- Masraf, Y., 2005. Üç Tabakalı Yatık Yongalı Levha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Bartın.
- Mendilcioğlu, K. ve Karaçalı, D. 1980. Muz. Yardımcı Ders Kitabı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 377, 74 s. İzmir
- Mistepe, U., M., 2006. Türkiye Dünya AT ülkeleri ve Diğer Avrupa Ülkeleri Odun Kökenli Levha Sanayisinin Karşılaştırılması. Avrupa Gümrük Birliği Sürecinde Orman Ürünleri Sanayi Teknik Kongresinde Açılış Bildirisi, 72-98.
- Nemli, G., 1995. Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkileri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Nemli, G., Kırıcı, H., Serdar, B., Ay, N., 2003. Suitability of Kiwi (*Actinidia Sinensis* Planch) Prunings for Participle Board Manufacturing. Industrial Cropsand Products 17, 39-46.
- Ntalos, G., A., Grigoriou, A., H., 2002. Characterization and Utilisation of Vine Prunings as a Wood Substitute for Particleboard Production. Industrial Crops and Products, 16, 59-68.
- Ndazi, B., Tesha, J., V., Karlsson, S., Bisanda, E., T., N., 2006 Production of Ricehusks Composites with Acacia Mimosa Tanin-Basedresin. J.Mater Science, 41, 6378-6983.
- Özçiftçi, A. ‘Yonga Levha İle Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması’ Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi 1995
- Örs, Y., As, N., Baykan, İ., Akbulut, T., 2000. Asma Saplarının Yonga Levha Üretiminde Uygunluğu, İstanbul Üniversitesi. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, 50, 2, 77-92.
- Özen R. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Notları Yayınları 30 Trabzon 1980
- Özen, R., 1980. Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları 30, Trabzon.
- Papadopoulos, A., Traboulay, J. And Hill, C.A.S. 2002. One layer Experimental Particleboard from Coconut chips (*Cocos nucifera* L.), Holz als Roh- und Werkstoff, 60 : 394-396.

- Türkiye Odalar Borsalar Birliği, 2012.Erişim tarihi: 30.05.2013
[http://gen.tobb.org.tr/ggnot/images/bilgi_notu/59432013\(2012\)kesntahmn.pdf](http://gen.tobb.org.tr/ggnot/images/bilgi_notu/59432013(2012)kesntahmn.pdf)
- T.S.E.,1978. TS 180, Yatık Yongalı Levhalar. Ankara.
- TS-EN 309, 1999. Ahşap Yonga Levhalar Tarif ve Sınıflandırma, TSE, Ankara.
- TS-EN 310, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-2, 2005. Yonga Levhalar, Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-3, 2005. Yonga Levhalar, Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (mobilya dahil) Yonga Levhaların Özellikleri, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-6, 2005. Yonga Levhalar, Bölüm 6: Kuru Şartlarda Ağır Yük Taşıyıcı Yonga Levhaların Özellikleri. TSE, Ankara.
- TS-EN 317, 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 319, 1999. Yonga Levhalar ve lif Levhalar Levha Yüzeyine Dik Çekme Direncinin Tayin Edilmesi. TSE, Ankara.
- TS-EN 323, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar, Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 325, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara.
- TS-EN 326-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi. TSE, Ankara.
- TS 1315, 1974. Lif, Yonga ve Talaş Yapımında Kullanılan Odun
- TS 1617, 1974. Yonga Levhalar (Yatık yongalı, yapıda kullanılan), TSE, Ankara.
- TS 2129, Odun Lifi ve Yonga Levhalar (Terimler ve Tarifler Türk Standartları Enstitüsü Ankara 1975
- Usta, P., 2011.Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 71s, Isparta.
- Yeniocak, M., 2008. Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 12-13, Muğla.

- Young, R.A. 1997. "Processing of agro-based resources into pulp and paper", in paper and composites from agro based resources. (Rowell, R.M., Young, R.A. and Rowell, J.K.-eds.) CRC Press, Inc. Pp. 137-245. New York
- Wu, Q, 2001. Comparative Properties of Bagesse Particleboard. Pages 277-284 in Me, C., Zhou X., Sun D., Zheng Y., Xu X eds. Proc. Symposium on Utilization of Agricultural and Forestry Residues, October 31- November 3. Nonjiing Forestry UNiversity, Nanjing, China.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bülent TOPBAŞLI
Doğum Yeri ve Yılı : Kars, 1986
Medeni Hali :Bekar
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : bulent36_sdu@hotmail.com



Eğitim Durumu

Lise :Kars G:A:M:P Teknik Lisesi 2004
Lisans : SDÜ, Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Öğretmenliği
Yüksek Lisans: SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğimi Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim

Kars Kağızman METEM Lisesi (2010)

Yayınları

"Effect of Industrial Iron Chip Wastes on Some Mechanical Properties of Concrete"
International Construction Congress 2012, 11-13 Oct. 2012,
Isparta/TURKEY.