



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YONGA GEOMETRİSİ VE TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMLERİNİN
YONGA LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

HAZIRLAYAN

UFUK AYDIN

DANIŞMAN

PROF.DR.ABDULLAH İSTEK

BARTIN-2016



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**YONGA GEOMETRİSİ VE TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMLERİNİN YONGA
LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Ufuk AYDIN

JÜRİ ÜYELERİ

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

BARTIN-2016

KABUL VE ONAY

Ufuk AYDIN tarafından hazırlanan “YONGA GEOMETRİSİ VE TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMLERİNİN YONGA LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ” başlıklı bu çalışma, 16.06.2016 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman)



Üye : Yrd. Doç. Dr. Ayhan GENÇER



Üye : Yrd. Doç. Dr. Hikmet YAZICI



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

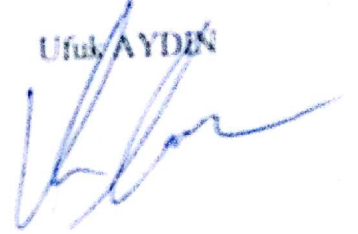
Doç. Dr. H. Selma ÇELİK YAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Abdullah İSTEK danışmanlığında hazırlamış olduğum "YONGA GEOMETRİSİ VE TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMLERİNİN YONGA LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ" başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksiinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

16.06.2016

Ufuk AYDIN



ÖNSÖZ

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

Tez danışmanlığımı üstlenerek araştırma konusunun seçimi ve yürütülmesi sırasında, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Abdullah İSTEK’ e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ufuk AYDIN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YONGA GEOMETRİSİ VE TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMLERİNİN YONGA LEVHA ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Ufuk AYDIN

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah İSTEK

BARTIN-2016, sayfa: XVII+92

‘Yonga Geometrisi ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi’ isimli bu çalışmada yonga rutubet ve yonga boyut değişiminin yonga levhahaların mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yonga levhaların üretiminde %40 iğne yapraklı, %45 yapraklı odun yongaları ve %15 piyasa talaşı (%90 Çam-%10 Kavak) kullanılmıştır. Ortalama %10 üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılarak üç tabakalı yonga levhalar üretilmiştir. Levhaların üretilmesi için Kastamonu Entegre A.Ş. Kastamonu yonga levha katlı pres tesisinden yararlanılmıştır. Elde edilen deney levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; optimum levha üretimi yonga yüzey tabakalarında kullanılan yonga rutubetinin %14’te sabit tutularak orta tabaka yonga rutubetinin %6-7 arasında kullanılmasıyla elde edilmiştir. Bu şartlarda eğilme direnci $13,3 \text{ N/mm}^2$, eğilmede elastikiyet modülü 2466 N/mm^2 , yüzeye dik çekme direnci $0,44 \text{ N/mm}^2$ olarak saptanmıştır. Bununla beraber, orta tabakalarda kullanılan yonga rutubeti %6,5’te sabit tutularak yüzey tabaka rutubetlerinin %13-15 arasında olması optimum üretim şartı olarak belirlenmiştir. Yonga geometrisi değiştirilerek yapılan çalışmada orta ve alt-üst tabaka yonga geometrisinin büyümesiyle mekanik özelliklerden vida tutma direncinin %5,3 arttığı tespit edilmiştir. Yonga geometrisinin büyümesiyle deney levhalarının fiziksel özelliklerden su alma ve şişme değerleri ortalama %5,5 artmıştır.

Anahtar Kelimeler

Odun esaslı levhalar; yonga levha; rutubet; yonga geometrisi.

Bilim Kodu

502.06.01



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

THE EFFECT OF CHIP GEOMETRY AND CHANGE OF DRAFT HUMID ON THE FEATURE OF PARTICLE BOARD

Ufuk AYDIN

Bartın University

Graduate School of Applied Sciences

Forest Industry Engineering

Thesis Advisor: Prof. Abdullah İSTEK

Bartın-2016, pp: XVII+92

The effect of chip moisture and chip dimension changes on mechanical and physical features has been researched in this study that is called “The effect of chip geometry and the change of draft humid on the feature of particle board” %40 softwood, %45 hardwood chips and %15 market sawdust have been used and 3-layer particleboard has been produced with using %10 formaldehyde glue. In order to produce particle boards, it was taken advantage of using Kastamonu Entegre A.Ş. press storey facility physical and mechanical features of obtained experiment plates have been identified. Using the moisture of the middle layer between %6 and %7 was determined as an optimum production condition for plate produce (As the condition of the moisture of lower top chip %14 constant). In the condition bending resistance 13.3 N/mm² elasticity module of bending 2466 N/mm² , vertical attachable resistance to the surface was determined as 0.44 N/mm². The best production condition was determined as the usage of low-top layer moisture between %13-15. (As the condition middle layer chip moisture must be %6.5 fixed). In the frame of study that was occurred by changing the chip geometry, keeping resistance of screw from the mechanical features improved up to 802 N/mm² as a result of growing chip geometry at the low-top layer. Also, as a result of splashing water and inflatable features of the experiment plates were effected as negative.

Key Words

Wood based panels; particleboard; moisture; chip geometry.

Science Code

502.06.01



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ.....	xiv
EKLER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
 BÖLÜM I Giriş.....	 1
 1.1 Literatür Özeti.....	 3
1.2 Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler.....	4
1.2.1 Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması	4
1.3 Yonga Levha Endüstrisi	5
1.3.1 Yonga Levhanın Tanımı.....	5
1.3.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması	6
1.3.2.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması.....	6
1.3.2.2 Yonga Levhaların TS EN 309' a Göre Sınıflandırılması	8
1.3.3 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	10
1.3.3.1 Odun Hammaddesi	10
1.3.3.2 Diğer Lignoselülozik Hammaddeler	11
1.3.4 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler.....	12
1.3.4.1 Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar)	12

	<u>Sayfa</u>
1.3.4.2 Katkı Maddeleri	18
1.3.5 Yonga Levha Üretim Teknolojisi	23
1.3.5.1 Odun Hammaddesinin Depolanması	24
1.3.5.2 Kabuk Soyma.....	26
1.3.5.3 Yongalama.....	27
1.3.5.4 Kurutma	30
1.3.5.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme).....	31
1.3.5.6 Yongaların Taşınması.....	33
1.3.5.7 Yongaların Depolanması	33
1.3.5.8 Yongaların Tutkallanması	35
1.3.5.9 Tutkal Hazırlanması ve Diğer Kimyasalların İlavesi	36
1.3.5.10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme).....	36
1.3.5.11 Presleme.....	38
1.3.5.12 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler.....	42
1.3.5.13 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları.....	44
 BÖLÜM II MATERYAL VE YÖNTEM	 47
2.1 Materyel.....	47
2.1.1 Odun Hammaddesi	47
2.1.2 Yapıştırıcı Madde	47
2.1.3 Sertleştirici Maddeler.....	48
2.2 Yöntem	48
2.3 Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini.....	50
2.3.1 Deneme Levhalarından Test Numunelerinin Hazırlanması	50
2.3.2 Fiziksel Özelliklerin Tayini	52
2.3.2.1 Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi.....	52

2.3.2.2 Rutubet Miktarının Belirlenmesi	52
2.3.2.3 Su Alma Miktarı ve Kalınlığına Şişme Oranının (2 Saat) Belirlenmesi ...	53
2.3.2.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi	54
2.3.3 Mekanik Özelliklerin Tayini.....	54
2.3.3.1 Eğilme Direncinin Belirlenmesi	54
2.3.3.2 Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi.....	55
2.3.3.3 Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi	56
2.3.3.4 Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi.....	56
2.3.3.5 Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi	57
 BÖLÜM III BULGULAR VE TARTIŞMA	 58
3.1 Yonga Levhalarda Taslak Rutubet Değişimine Ait Bulgular.....	58
3.2 Rutubet Değişiminin Levhaların Fiziksel Özelliklerine Etkisi.....	59
3.2.1 Özgül Kütle.....	59
3.2.2 Su Alma ve Kalınlığına Şişme.....	60
3.2.3 Rutubet.....	62
3.2.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen).....	63
3.3 Rutubet Değişiminin Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular	65
3.3.1 Eğilme Direnci.....	65
3.3.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü	66
3.3.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	68
3.3.4 Vida Tutma Direnci	69
3.3.5 Yüzey Sağlamlığı Direnci.....	70
3.4 Yonga Levhalarda Yonga Geometrisi Değişiminin Etkilerine Ait Bulgular.....	72
3.5 Yonga Geometrisi Değişiminin Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular	72
3.5.1 Özgül Kütle.....	72

3.5.2 Su Alma ve Kalınlığa Şişme	73
3.5.3 Rutubet.....	74
3.5.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen)	75
3.5 Yonga Geometrisi Değişiminin Levhaların Mekanik Özelliklerine Etkisi	76
3.5.1 Eğilme Direnci.....	76
3.5.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü	77
3.5.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	78
3.5.4 Vida Tutma Direnci	79
3.5.5 Yüzey Sağlamlığı Direnci.....	79
 BÖLÜM IV SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	81
 3.6 Sonuçlar	81
3.7 Öneriler	83
 KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1. Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması	5
2. Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri.....	6
3. Odun Hammaddesi.....	11
4. Diğer lignoselülozik maddeler.....	11
5. Monometil üre oluşumu.....	13
6. Monometil ürenin üre formaldehite dönüşmesi.....	14
7. Parafin	20
8. Amonyum Klorür Çözeltisi (NH ₄ Cl)	21
9. Yongalevha Üretim Şeması.....	23
10. Hammadde Sahası	25
11. Döner tamburlu kabuk soyucu	27
12. Chipper (Yongalayıcı) ve yonga	28
13. Makro değirmen.....	29
14. Mikro değirmen	29
15. Kurutma	31
16. Elek	32
17. Yongaların Depolanması	34
18. Serme.....	37
19. Ön Pres.....	38
20. Çok Katlı Pres	39
21. Continu Pres	41
22. Yıldız Soğutucu	42
23. Boyutlandırma	43
24. Zımparalama	44
25. Deney levhalarında test parçalarının kesim yeri	50
26. Test parçalarının kesim planı	51

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1. Yongaların yapıştırılmasında kullanılan UF tutkalının özellikleri.	48
2. UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri. ..	48
3. Rutubet değişimi deneme levha grupları ve orta tabaka ve alt-üst tabaka.	49
4. Yonga geometrisi değişimi levha grupları orta tabaka ve alt-üst tabaka.....	49
5. Deneme levhalarının üretim şartları.	49
6. Orta tabaka ve yüzey tabaka rutubet değişiminin yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklere etkisine ait ortalama ve standart sapma bulguları.....	76
7. Yonga geometrisi değişiminin yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklere etkisine ait ortalama ve standart sapma bulguları	90

EKLER DİZİNİ

Ek	Sayfa
<u>No</u>	<u>No</u>
EK A: Orta tabaka taslak rutubet değişimi test sonuçları.....	89
EK B: Alt-üst tabaka taslak rutubet değişimi test sonuçları.....	90
EK C: Yonga geometrisi değişiklikleri test sonuçları..	91



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:	Statistical Package for Social Sciences
°	:	Derece (Açı)
°C	:	Santigrat Derece (Sıcaklık)
mμ	:	Mikrometre
pH	:	Asitlik Bazlık Derecesi
K	:	Potasyum
Mg	:	Magnezyum
NH ₄ Cl	:	Amonyum Klorür
(NH ₄) ₂ SO ₄	:	Amonyum Sülfat
HCl	:	Hidroklorik Asit
H ₂ SO ₄	:	Sülfürik Asit
NaOH	:	Sodyum hidroksit
β	:	Beta
α	:	Alfa
m ²	:	Metrekare
gr/cm ³	:	Gram/santimetreküp
kg/cm ²	:	Kilogram/santimetrekare
N/mm ²	:	Newton/milimetrekare
kp/cm ²	:	Kilopaskal/santimetrekare
≥	:	Büyükeşit

KISALTMALAR

MDF	:	Medium Density Fiberboard
HDF	:	High Density Fiberboard
OSB	:	Oriented Strand Board
PSL	:	Parallel Strand Lumber
LSL	:	Laminated Strand Lumber
OSL	:	Oriented Strand Lumber
LVL	:	Laminated Veneer Lumber

GLULAM	:	Glued Laminated Timber
TSE	:	Türk Standartları Entitüsü
EN	:	European Standards
DP	:	Polimerleşme Derecesi
UF	:	Üre Formaldehit
MUF	:	Melamain Üre Formaldehit
FF	:	Fenol Formaldehit
PMDI	:	Polimerik Difenilmetan
GLULAM	:	Glued Laminated Timber
MCA	:	Mono Klor Asetik Asit
SMCA	:	Sodyum Mono Klor Asetat
ORMA	:	Orman Mahsulleri Entegre Sanayi A.Ş.
vd.	:	Ve de
cps	:	Centipoise
kg	:	Kilogram
lt	:	Litre
dk	:	Dakika
m	:	Metre
cm	:	Santimetre

BÖLÜM I

GİRİŞ

Ağaç malzeme, insanlık tarihinin başlangıcından itibaren çeşitli maksatlar amacıyla kullanılmış, günümüzde ise gelişen teknolojilerle kullanım alanı çok artmıştır. Yapacak ve yakacak maksatlı kullanılmakta olan ağaç malzeme geniş bir kullanım alanı ile insan hayatında önemli bir yer oluşturmaktadır. Günümüzde hem masif halde hem de masif odundan elde edilen ürünler çok değişik kullanım alanlarında değerlendirilmektedir.

Dünyada endüstriyel gelişmeye paralel olarak ağaç malzeme kullanımı artmış olup geçen yüzyılda bol bulunan odun hammaddesi bu yüzyılın sonuna doğru kıt bulunur olmaya başlamıştır. Buna karşılık odun endüstrisi artıkları, aralama kesimi hâsılatı ve dal odunu gibi hammaddeler ile yıllık bitki saplarından şeker kamışı, pamuk sapları gibi tarım artıkları bugün için yeterince değerlendirilememektedir. Oysa ligno-selülozik yapı gösteren bu hammaddeler şekilleri ne olursa olsun onları oluşturan hücre çeperinin biyolojik, fiziksel ve kimyasal nitelikleri dolayısıyla yüksek değerde fiziksel ve mekanik özelliklere sahiptirler. Ayrıca, yeryüzünde yaygın ve bol miktarda bulunmaları yanında yenilenebilir olmaları endüstriyel hammadde olarak değerlerini daha da artırmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve yeterli miktarda bulunmayan masif ağaç malzeme yerine, değeri düşük odun hammaddesinin teknik yollarla şekli değiştirilerek ve istenen kalıba sokularak kullanılması dünyada odun hammaddesi temininde yaşanan sıkıntıyı gidermesi yanında odunun ekonomik kullanımını da sağlamıştır. Ayrıca, masif odunun anizotrop yapısı nedeniyle lif yönü, yıllık halkalara dik ve teğet yönlerde farklı çalışma oranları yanında fiziksel ve mekanik özellikleri her 3 yönde değişmektedir. Ayrıca, mobilya endüstrisi gibi geniş yüzey gerektiren kullanım yerlerinde birleştirmeler zorunlu hale gelmektedir.

Masif odunun olumsuz özelliklerini gidermek ve ondan daha rasyonel faydalanmak amacıyla yapılan çalışmalar sonucu tabakalı, lifli ve yongalı ağaç malzeme üretim yöntemleri geliştirilmiştir. Üretilen levhalar geniş yüzeyli, odundaki doğal kusurlardan kısmen arınmış, daha homojen ve izotrop özelliklere sahiptir. (Özen, 1980).

Masif odunun yapısı mantar ve böcekler tarafından tahrip edilmektedir. Kompozit levhalarda kullanılan kimyasal maddeler, ahşabı tahrip eden organizmalara karşı direnç sağlamaktadır. Ayrıca, ahşap kompozit malzemelere katılacak kimyasal maddeler ligno-selülozik maddelerdeki biyolojik bozunmayı önlemektedir (İstek, 1999).

Günümüzde ahşap malzeme üretiminde ağaçların mobilya amaçlı kesilmesi ormanların yok olmasına yol açmaktadır. Ekosistemde geniş bir paydası bulunan ağaçların yok olması; iklimin, yaşama alanlarının ve yaşam zincirinin bozulmasına neden olmaktadır. Geçmişte 50 milyon hektar olduğu tahmin edilen orman sahalarımız, bugün 20,7 milyon hektara inmiş bulunmaktadır. Ahşap malzemeler yanma, sudan etkilenme, böceklenme, ses ve ısı yalıtımı özellikleri açısından dezavantajlıdır. Ormanlarımızın yok olmasını önlemek ve ahşap malzeme kullanımındaki dezavantajların giderilmesi amacıyla alternatif ahşap kompozit malzemelere ihtiyaç duyulmaktadır.

Dünya nüfusunun hızla artması sonucu orman ürünleri gereksiniminin karşılanması ve açık alan kazanmak amacıyla orman varlığının kesilmesi ile dünya orman varlığı gün geçtikçe azalmaktadır. Bu etkiler orman ürünlerinin ekonomik değerini artırmaktadır. Özellikle ülkemiz ekonomisi dikkate alınırsa artış oranı oldukça yüksektir.

Yonga levha, birçok kullanım yeri için gerekli fiziksel ve mekanik özellikleri taşır. Düzgün yüzeylidir, istenilen kalınlıkta üretilebilir. Homojen bir yapıya sahiptir. Çivi, vida ve tutkalla diğer malzemelerle birleştirilebilir, üst yüzey işlemleri uygulanabilir. Büyük ebatlarda üretilmiş olması işçilikten tasarruf sağlar. Yongaların koruyucu, yanmayı geciktiren ve hidroforik maddelerle işlem görmesi ile çeşitli özellikler kazandırılabilir (Akbulut, 2000).

Levhalar katılacak kimyasal toksik maddeler ligno-selülozik maddelerdeki bozulmayı önler. Ayrıca bu kompozit malzemenin; işlenmesi kolaydır, masif ağaç malzemede görülen budak, çürük ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmaz ve nispeten ucuzdur. Yonga levha, bütün bu özelliklere sahip olmasından dolayı büyük bir üretim artışı gerçekleşmiştir (Akbulut, 2000).

Yonga levha endüstrisinin Türkiye’deki ilk kuruluşu 1955 yılına rastlamaktadır. Bu malzemenin ilk defa üretilmesi ise çok eski yıllara dayanmakla beraber özellikle II.Dünya Savaşından sonra, şehirlerin yeniden imarında büyük boyutlarda keresteye ve bu meyanda

stabil bir ağaç malzemeye duyulan birincil ihtiyaçtan dolayı üretimi orta Avrupa ülkelerinde özellikle Almanya’da hız kazanmıştır. Daha sonraları birçok dünya ülkesi gittikçe artan bir hızla yonga levha üretimine başlamıştır (Bozkurt ve Göker, 1990)

Bozkurt ve Göker’e (1990) göre; Türkiye’de üretilen yonga levhaların %74’ü mobilya sektöründe, %13’ü dekorasyonda, %11’i inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Bu kullanım yerlerinden bazıları; yemek ve çalışma masaları, gardıroplar, koltuklar, kanepeler, karyolalar, müzik seti kabinleri, mağaza tefrişleri, klozet, büfeler, radyatör kafesleri, masa tenisi ve bilardo masaları, sandıklar, okul sıraları, dolaplar, kara tahtalar, duvar bölmeleri, inşaatlarda kalıp tahtası, kapılar, bank, reklâm panoları, endüstriyel ve zirai binaların inşası, ambalaj dekorasyon, paket prefabrik yapı imali, vagon ve gemi imali, vb. dir.

Bu çalışmada Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha fabrikasında aynı üretim şartlarında yonga geometrisi ve taslak rutubet değişiminin, yonga levhaların fiziksel ve mekanik direnç değerleri üzerine etkisi belirlenecektir.

1.1 Literatür Özeti

Levha Taslağı rutubeti, üretilen levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerine etki eden önemli bir faktördür. Bu nedenle belirli sınırlar içerisinde olmalıdır. Taslak rutubeti yüksek olursa; presleme sırasında levhalarda patlama meydana gelir. Taslak rutubetinin çok az olması durumunda ise preslemeden sonra levhalar gevrek kırılgan bir yapıda olur. Yüzey tabakalarındaki yonga rutubetinin %18-20 olması halinde maximum eğilme direncine ulaşılmaktadır (Kollmann vd., 1975).

Tutkallama öncesi yonga rutubetinin %1-5 olması öngörülmektedir. Tutkallama öncesi yonga rutubetinin çok düşük olması durumunda yongalar çok tutkal emer bu durum tutkallama direncini ve bunun sonucu olarak da levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini düşürücü bir etki yapar. Diğer taraftan yongaların rutubeti tutkal karıştırılmadan önce yüksek tutulursa yongalar yeteri kadar tutkal emmez ve yine levhanın özellikleri olumsuz yönde etkilenir (Huş, 1979).

Yonga geometrisi; yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, yüzey kalitesi ve işlenme özelliklerini etkilemektedir. Yonga levha için en uygun bıçak yönü lif yönüne dik

olan paralel kesiş olup, bıçak yönü lif yönüne meyilli olan paralel kesişte aynı şekilde uygundur. Yonga kalınlığının artmasıyla; suda bekletme sonucu kalınlık artımı miktarı artmaktadır. Eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye paralel yüzeye paralel çekme ve basınç dirençlerinin yüksek olması için narinlik (yonga uzunluğunun yonga kalınlığına oranı) derecesi 150 civarında olmalıdır. Yongalarla birlikte, küçük yonga ve toz kullanılması halinde, su alma ve kalınlık artımı özellikleri olumsuz yönde etkilenir. Ancak, bunun yüzeye dik çekme direnci üzerine fazla bir etkisi yoktur. Yongaların levha içerisinde yönlendirilmesiyle levhanın direnç özellikleri değiştirilebilir. Yönlendirme derecesi ne kadar yüksek olursa, yönlendirme istikametinde direnç özellikleri de o derece yüksek olmaktadır. İnce ve uzun yongalar (narinlik derecesi yüksek) yönlendirilmeye en uygun yongalardır (Özen, 1980).

Yonga geometrisi; yonga levhaların teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yonga kalınlığı belirli bir seviyede tutulmalıdır. Çok ince yongalar çok çabuk kırıldığından levha direnci azalır. Çok kalın yongalar kullanılması durumunda ise yongalar arasında boşluk fazla olmakta ve dirençler azalmaktadır. Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100-150 civarında olan yongalar en iyi üretim sonuçlarını vermektedir. (Göker ve Akbulut, 1992).

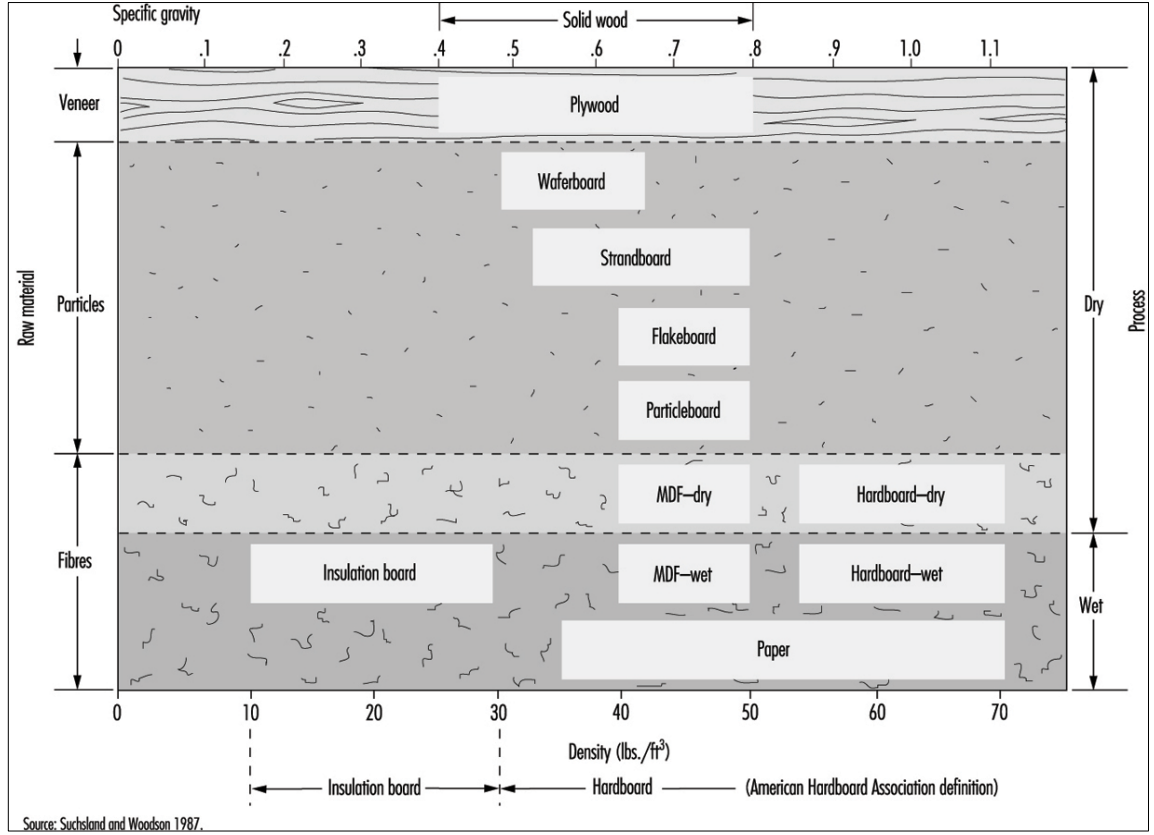
1.2 Kompozit ve Ahşap Esaslı Kompozit Malzemeler

Kompozit malzemeler; iki veya daha fazla sayıda aynı veya farklı özellikteki malzemelerin, istenilen özelliklerini bir araya getirmek ya da alternatif bir özellik elde etmek amacıyla malzemelerin makro seviyede bir araya getirilmesi sonucu elde edilen malzemelerdir. Kompozit üretimi sayesinde malzemelerin zayıf yönleri düzeltilerek daha üstün ya da istenilen özellikte malzeme elde edilebilmektedir. Ahşap esaslı kompozit malzeme ise; odun veya odunlaşmış diğer ligno-selülozik hammaddelerden üretilmiş olan ve en az iki malzemenin karışımıyla oluşturulan malzemedir.

1.2.1 Ahşap Esaslı Kompozit Levhaların Sınıflandırılması

Literatürde ahşap kompozit malzemeleri ile ilgili değişik sınıflandırmalar yapılmıştır. Genel olarak ahşap kompozit malzemeler, üretiminde kullanılan yonga boyutu, üretim tipi ve levha

yoğunluğuna göre Şekil 1’ deki gibi sınıflandırılmaktadır (Suchsland ve Woodsoon, 1986).



Şekil 1: Ahşap kompozit malzemelerin sınıflandırılması (Suchsland ve Woodson, 1986).

1.3 Yonga Levha Endüstrisi

1.3.1 Yonga Levhanın Tanımı

Yonga levha odun hammaddesinden veya lignoselülozik hammaddelerden elde edilen yonga ve ufak boyutlu parçalardan sentetik özellikte bir reçine ya da uygun bir yapıştırıcı yardımı ile sıcaklık ve basınç uygulanarak elde edilen geniş yüzeyli malzemedir (Alıcı, 2004).

TS 180 (1978) ve TS 1617 (1974)’ ye göre yongalevha; odun veya odunlaşmış diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonunda elde edilen levhalardır (TS 180, 1978; 1974 TSE). EN 309 (1992)’ ye göre yongalevha; odun (odun yongası, testere talaşı vb.) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir,

şekerkamışı vb.) uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç etkisi altında şekillendirilmesi ile oluşan levhalardır (EN 309, 1992). Şekil 2’ de farklı kalınlıkta yonga levha panelleri görülmektedir.



Şekil 2: Farklı kalınlıklarda yonga levha panelleri (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.2 Yonga Levhaların Sınıflandırılması

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

1.3.2.1 Yonga Levhaların Genel Sınıflandırılması

1. *Kullanılan Hammadde Türüne Göre Yonga Levhalar*
 - Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar
 - Bitkisel artıklar kullanılarak üretilen levhalar
 - Tetrapak kutuları kullanılarak üretilen levhalar
2. *Levhanın Emprenye Edilmesine Göre Yonga Levhalar*
 - Emprenye edilmiş levhalar
 - Emprenye edilmemiş levhalar

3. Özgöl Ağırlıkları Bakımından Yonga Levhalar

- Düşük özgöl ağırlıktaki (Hafif) yonga levhalar $0,59 \text{ gr/cm}^3$ ten daha düşük olanlar.
- Orta derecedeki özgöl ağırlıktaki yonga levhalar $0,59-0,80 \text{ gr/cm}^3$ olanlar.
- Yüksek (Ağır) özgöl ağırlıktaki yonga levhalar $0,80 \text{ gr/cm}^3$ den yukarı olanlar.

4. Presleme Yöntemlerine Göre Yonga Levhalar

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

5. Tabaka Sayılarına Göre Yonga Levhalar

- Bir tabakalı (Homojen) yonga levhalar.
- Üç tabakalı yonga levhalar.

6. Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre Yonga Levhalar

- Normal Yonga Levhalar (Particleboard): Yonga kalınlıkları $0,25-0,40 \text{ mm}$, genişlikleri $2-6 \text{ mm}$ ve uzunlukları $10-25 \text{ mm}$. kadar olan yongalardan üretilen levhalardır.
- Etiket Yongalı Levhalar (Waferboard): Yonga kalınlıkları $0,5-0,7 \text{ mm}$, genişlikleri $25-40 \text{ mm}$. ve uzunlukları $35-75 \text{ mm}$. kadar olan yongalardan üretilen yonga levhalardır. Bunlar ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesi olarak üretilmektedir.
- Şerit Yongalı Levha (Flakeboard): Yonga kalınlığı $0,5-0,7 \text{ mm}$, uzunluğu $35-75 \text{ mm}$, ancak genişliği $9-10 \text{ mm}$. kadar olan yongalara sahip levhadır.
- Yönlendirilmiş Yongalı Levha (Oriented Structural Board–OSB): Yonga uzunlukları $38-63 \text{ mm}$, genişlikleri $6-25 \text{ mm}$ ve kalınlıkları $0,4-0,8 \text{ mm}$ kadardır.

7. Üretimde Kullanılan Bağlayıcı Türüne Göre Yonga Levhalar

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

8. *Üretimde Kullanılan Metoda Göre Yonga Levhalar (Kalıplaşmış Yonga levhalar)*

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

9. *Kaplanmış Yonga Levhalar*

- Sıvı yüzey Kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar.
- Katı Yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar, Ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yonga levhalar: Her iki yüzü ahşap kaplama levhası ile kaplanmış orta yoğunluktaki yatık yongalı levhalardır.

1.3.2.2 Yonga Levhaların TS EN 309' a Göre Sınıflandırılması

1. *Üretim İşlemlerine Göre;*

- Yatık preslenmiş,
- Dik preslenmiş,
- Kalıplanmış (Şekillendirilmiş),

2. *Yüzey Durumlarına Göre;*

- Preslenmiş (zımparalanmamış),
- Zımparalanmış veya planyalanmış,
- Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile),
- Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş.(Örneğin, dekoratif lamine kaplama, emprenye edilmiş dekoratif kağıt vb.)

3. *Şekil ve Formlarına Göre;*

- Düz,
- Yüzeyi profilli,
- Kenarı profilli.

4. *Parçaların Şekil ve Ölçülerine Göre;*

- Talaş levha,

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

5. *Yapılarına Göre;*

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

6. *Kullanımlarına Göre;*

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

Yukarıda TS EN 309' a göre yapılan sınıflandırma, aşağıda adı liste halinde verilen standartlar için kullanılmaktadır (TSE 1999).

- TS EN 312-2 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-3 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-4 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 4: Kuru Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-5 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 5: Nemli Şartlarda Yük Taşıyıcı Olarak Kullanılan Yonga Levhaların Özellikleri.
- TS EN 312-6 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Kuru Şartlarda Aşırı Yüklenebilen Taşıma Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri.

- TS EN 312-7 Yonga Levhalar-Özellikler-Bölüm 6: Nemli Şartlarda Aşırı Yüklenebilen Taşıma Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri (Dayanıklıoğlu, 2004).

1.3.3 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Yonga levha endüstrisinde hammadde olarak odun veya diğer ligno-selülozik lifli maddeler, yapıştırıcılar ve katkı maddeleri kullanılmaktadır. Yonga levha ağırlığının yaklaşık %90'ından fazlasını odun veya diğer lignoselülozik maddeler oluşturmaktadır.

1.3.3.1 Odun Hammaddesi

Ağaçlar temelde iğne yapraklı ve yapraklı olmak üzere iki ana grup altında incelenmektedir. Bu esas gruplar ise binlerce tür ve çeşit ağacı kapsamaktadır. Ahşap kompozit levha üretiminde çok çeşitli ağaç türleri kullanılmaktadır . Bunların basında iğne yapraklı ağaç türlerinden çam, ladin, göknar, yapraklı ağaç türlerinden ise kavak, kızılğış, söğüt, kayın, huş yaygın olarak kullanılmaktadır (Güler, 2001). Kalaycıoğlu (1991), Sahil çamı (*Pinus pinaster*) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirlemiştir.

Yonga levha üretiminde kullanılan odunlarda; küçük çaplı budaklar, böcek yeniğı, eğrilik ve çatlaklara yer verileceğı belirtilmiştir (Göker vd., 1984). Levha üretiminde kullanılan odun hammaddesinin kabuk içermesi istenmez. Fakat yongalar genellikle kabuğı soyulmamış odunlardan elde edilmekte olup, kabuk miktarı; ağaç türü, yaşı, yetiştirme ortamına bağılı olarak yaklaşık %5–25 arasında değışebilir. Ayrıca ince yuvarlak odunların kabuğunun soyulması zor ve pahalı bir iştir (Özen, 1980).

Yonga levha ve MDF fabrikaları, yurdumuz ormanlarında yetişen ibreli ve yapraklı ağaçların odunları ile özel kavaklıklarda yetiştirilen odunu işleyebilmektedir. Ayrıca yardımcı olarak endüstriyel atık, talaş da kullanılmaktadırlar. Hammadde sıkıntısı çekildiğı dönemlerde de ithalat yaparak açıklarını kapatmaktadırlar (Dayanıklıoğlu, 2004).



Şekil 3: Odun hammaddesi (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

İşlenmesinin kolay ve ucuz temin edilebilmesinden dolayı, dünya genelinde kompozit levha ve kâğıt endüstrisinde kullanılan hammaddenin yaklaşık %90' dan fazlasını ormanlardan elde edilen odunlardan karşılanmaktadır.

1.3.3.2 Diğer Lignoselülozik Hammaddeler

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



Şekil 4: Diğer lignoselülozik maddeler (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

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

1.3.4 Yonga Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Maddeler

1.3.4.1 Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar)

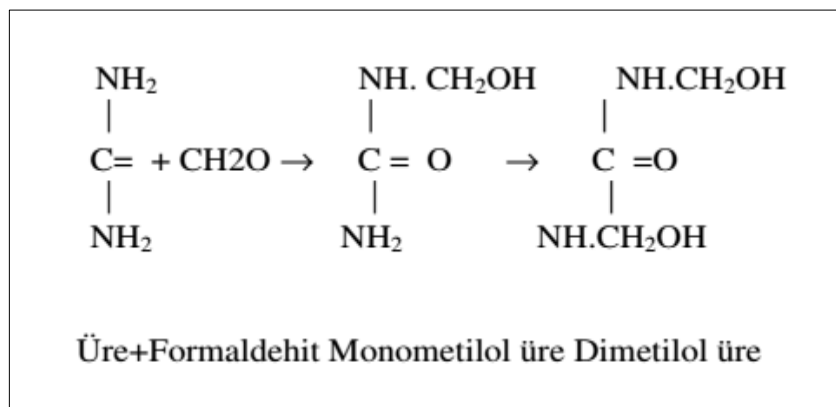
Yonga levha endüstrisinde 3 ana sentetik reçine tipi kullanılmaktadır. En çok kullanılan üre formaldehit reçinesi olup, bunu fenol formaldehit ve melamin formaldehit reçineleri takip etmektedir. Başkaca enteresan fakat az miktarda kullanılan bir başka sentetik yapıştırıcı ise poliyozosiyandır. Üre ve melamin reçineleri Amino reçineler olarak bilinmektedir. Amino ve Amido gruplarının aldehitlerle meydana getirdiği reaksiyon ürünleridir, ki buna Formaldehit girmektedir. Bu reçineler ve fenol formaldehit reçinesi ısı etkisi ile katalizörler yardımıyla kısa süre içerisinde sertleşebilmektedir. Böylece reçineler kondenzasyon polimerizasyonu vasıtası ile vazifelerini görmektedirler (Bozkurt ve Göker, 1990).

Dünyada yonga levha üretiminde yaklaşık %90 ve daha yüksek oranda üre formaldehit reçineleri kullanılmaktadır. Üre formaldehit reçineleri ucuz, preslemede sertleşme süresi kısa ve kullanımı kolay olan tutkallardır. Ayrıca, bu tutkal beyaz veya renksizdir. Ancak, dış maksatlar için dirençli yonga levhaların üretiminde bu tutkal kullanılmamaktadır. Fenol formaldehit reçineleri bugün dış cephelerde kullanılan levhalar için en elverişli bir tutkal olarak kabul edilmektedir. Melamin reçineleri ise, bazı levha üretim metotlarında özellikle üre formaldehit reçinesi ile karıştırılarak kullanılmaktadır. Böylece rutubete karşı yüksek bir direnç sağlanabilmektedir (Bozkurt ve Göker, 1990).

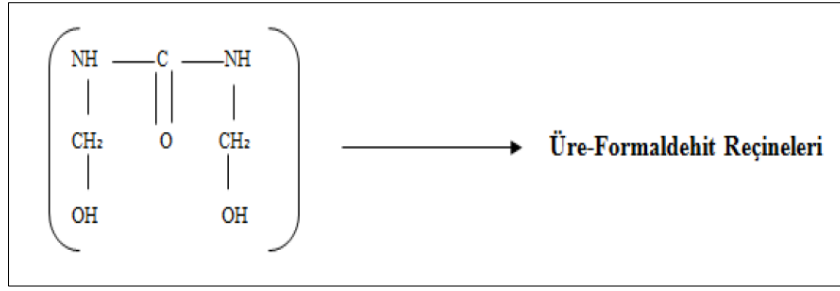
Üre Formaldehit Tutkalı (UF)

Üre formaldehit tutkalı nispeten ucuzluğu nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, pres kapı, yonga levha ve kontrplak üretimi olmak üzere, ağaç işlerinde en çok kullanılan yapıştırıcıdan biridir. Formaldehit metanolden, metanol de maden kömürü, oksijen ve hidrojenle elde olunmaktadır. Formaldehit ise metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde olunmaktadır. Üre renksiz, kokusuz ve suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, Amonyak ve Karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyum Karbaminat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde su ve üre maddeleri oluşmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Üre formaldehit tutkalı, üre ile formaldehitin sulu bir çözeltide kondenze olmasıyla elde olunur. Her iki bileşen dimetil ve monometilol ürenin teşekkülü altında, hafif alkali ortamda reaksiyona girer, oluşan monometilol ve dimetilol üre bünyelerinden su kaybederek metilen köprüleri oluşturmak suretiyle kondenze olurlar (Şekil 5). Bu ön kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilen bileşikler olup reaksiyona 3 boyutlu ağlar oluşturacak şekilde devam ederler. Arzu edilen kondenzasyon derecesine ulaşmasından sonra reaksiyon hafif asidik olan çözeltinin soğutulması ve nötralleşme ile kesilir (Şekil 6). Elde edilecek tutkalın özelliklerini; reaksiyon süresi, pH değeri, sıcaklık, katalizör konsantrasyonu ve üre formaldehitin mol oranı etkilemektedir (Çolakoğlu, 2004).



Şekil 5: Monometil üre oluşumu.



Şekil 6: Monometil ürenin üre formaldehite dönüşmesi.

Üre- formaldehit reçinesi, ısı ile sertleşen bir yapıya sahip olup, sertleştikten sonra ısı ve kimyasal etkilerle tekrar yumuşatılamaz. Hızlı bir sertleşme için Amonyum klorür (NH_4Cl) veya Amonyum sülfat ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$) sertleştiricileri kullanılabilir (Alvur, 2001). Üre formaldehit piyasada %55' lik veya %65' lik sıvı halde satılmaktadır (Güler, 2001).

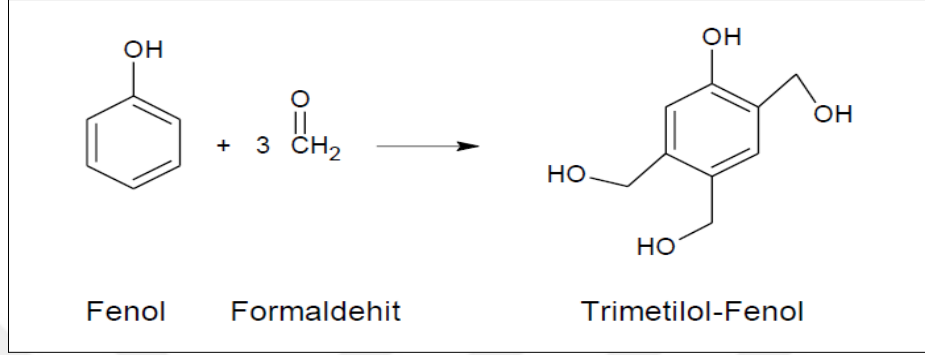
Ağaç türüne bağlı olarak pH' ın 4,2-5,5 aralığında olması gerekir. pH arttıkça sertleşme süresi uzamaktadır. Üre formaldehit reçinelerinin kullanıldığı levhalarda son sertleşme derecesi olarak alt ve üst tabakalarda sıcaklık 150-190 °C, orta tabakalarda sıcaklık en az 100 °C olmalıdır (İstek, 2010).

Üre formaldehit tutkalında karşılaşılan sıkıntılardan en önemlisi formaldehit emüsyonudur. Formaldehitin açığa çıkış şekillerinden ilki yonga levha ve MDF üretildikten sonra kısa bir süre içerisinde söz konusu olurken, ikinci tip formaldehit açığa çıkması levhaların kullanıldığı yerlerde kullanım süresi boyunca söz konusu olabilir. UF tutkalı kullanılarak üretilen yonga levha ve MDF' lerde formaldehit emisyonunu birçok faktör etkilemektedir. Bunlardan en önemlileri üre ile formaldehitin mol oranı, pres sıcaklığı, çevre sıcaklığı ve kullanım yerindeki rutubet içeriğidir (Pizzi, 1983).

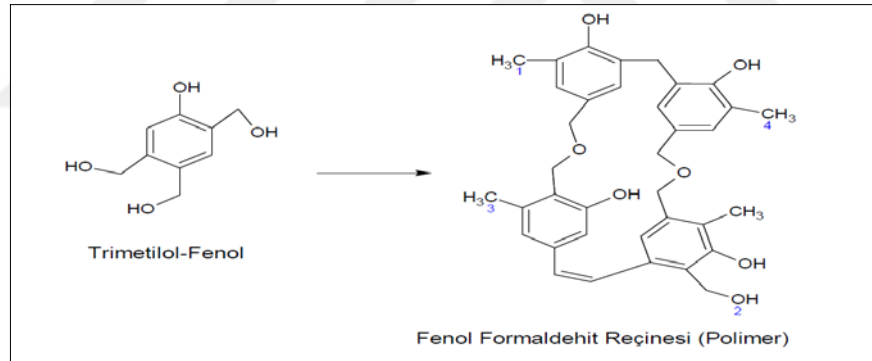
Fenol Formaldehit Tutkalı (FF)

Fenol formaldehitin (FF) temel bileşenleri, fenol ve formaldehittir (Şekil 18). Fenol ham petrolden elde edilir. Fenol'ün temel bileşenleri tolüen ve benzendir. Tolüen, benzoik asitten dönüştürülür, benzen ise propilen ve cumenin karışımıdır. Benzoik asit ile birlikte fenolü oluşturur. Fenol ve formaldehit, FF reçinesi içinde bir karıştırıcı yardımıyla birleştirilir (Şekil 19). Bu sıvı, kokusuz, koyu kahverengi ve kesinlikle yanmazdır. İşlem esnasında FF reçinesi, üre formaldehit reçinesi gibi bağlarını güçlendirmiş ve polimerize edilmiştir. FF

çözeltisi, fenol ve formaldehitin 2,2 mol oranlarında formaldehitin çoğu FF yapısı içinde üç boyutlu kuvvetli bağlar ile sürekli bir şekilde yapıştırılır. Serbest formaldehit, üre formaldehitin pres esnasında bırakılması gibi, aynı şekilde pres esnasında bırakılır (Uysal ve Kurt, 2005).



Şekil 18: Fenol ve formaldehidin birleşmesi sonucu trimetilol-fenol oluşması (Polisan A.Ş., 2005).



Şekil 19: Fenol formaldehit oluşumu (Polisan A.Ş., 2005).

Fenol formaldehit reçineleri de diğer formaldehit reçineleri gibi termoset bir yapıdadır. Dolayısıyla kullanıldığı yerde sertleştikten sonra yeniden yumuşayıp (reaksiyonun geri dönmesi ile) bozunması durumu olmamaktadır. Suya ve diğer dış etmenlere karşı (basınç, sıcaklık) oldukça dayanıklıdır. Bu bakımdan üre formaldehit reçinelerine göre üstün özellikler taşır. Diğer reçinelerden daha pahalıdır. İçerdiği fenol miktarı azaltılarak, fenol yerine alternatif başka bileşikler kullanarak ya da farklı kimyasal katkıları eklenerek üretimde ekonomi sağlanmaya çalışılır. En tehlikeli polimerizasyon reaksiyonu fenol formaldehit

reçinelerinde görülür. Fenol çok aktif bir bileşik olduğu için reaksiyon hızı kontrol edilemeyip reaktörde patlamalara yol açabilir.

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

Fenol reçineler üreden daha yavaş ve daha yüksek sıcaklıklarda sertleşirler. Fenol reçineler oldukça yüksek molekül ağırlıktadırlar. Dayanıklı ve serttir. Yongalar arasında güçlü ve suya karşı dirençli yapışma sağlamaktadır (Huş, 1977). Fenol formaldehit tutkalı rutubete, suya, atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygundur. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Fenol formaldehit tutkalı 2 farklı metotla üretilmektedir. Bunlar novalak ve resoldür.

RESOL: a. A durumunda Resol b.B durumunda Resol (Resitol) c.C durumunda Resol (Resit) olmak üzere üç durumda bulunur. Resol alkali şartlar altında üretilen fenolik bir reçinedir. (pH 7 den büyük) formaldehit mol oranı fenole göre daha çoktur (Çolakoğlu, 2004).

NOVALAK: Asit ortamda (PH 7 den daha az) fenol ve formaldehitden üretilir. Bu tür reçinede fenol mol oranı formaldehite göre daha fazladır. Bunlarda ise fenolün formaldehite oranı; 1:0,8-1:1 arasında değişmektedir (Çolakoğlu, 2004). Hava şartlarına karşı dayanıklı oluşu nedeniyle daha çok açık hava ve klimatize edilemeyecek yerlerde kullanılacak levhaların üretiminde kullanılır (Karakuş, 2007).

Orman ürünleri endüstrisi için novalak üretimi çok fazla önem arz etmez. Oduna dayalı endüstrilerde kullanılan novalak tutkalı metilol grupları bloklaşarak değişime uğratılmış fenol-formaldehit resol tutkalıdır. Sertleştirme için bir sertleştirici olarak paraformaldehit ilavesine ihtiyaç duyulur.

Dış ortamlarda kullanılacak yonga levha ve MDF üretiminde fenolik yapıştırıcıların tercih edilmesi durumunda en büyük dikkat tutkalın formülasyonundan çok tutkalın

uygulanmasına verilmelidir. Levhanın presleme süresi; tutkalın tipine, reaktifliğine ve rutubet içeriğine bağlı olarak değişir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin ile formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu üre ile formaldehitin reaksiyonuna benzer. Formaldehit ilk olarak metilol bileşiklerini oluşturmak için melaminin amino grupları ile reaksiyon verir. Formaldehitin melamine ilavesi üreden daha kolay olmaktadır. Melamindeki amino grubu kolayca ikiden fazla formaldehit molekülünü kendine bağlayabilir. Böylece, altıdan fazla formaldehit molekülü bir melamin molekülünü çekebilir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Melamin formaldehit tutkalı, melaminin formaldehit ile kondenzasyonu sonucu elde olunmaktadır. Melamin formaldehit üretiminde; reaksiyon pH' ı 5-6 ortamında, 1 mol melaminin 6 mol formaldehit ile karıştırılmasıyla başlar ve kademeli olarak ilerler. Reaksiyonun sonu beklenmeden, kondenzasyon ürünleri henüz suda çözülebilir durumda iken, çözeltinin nötrleştirilmesi ve soğutulması ile yarıda durdurulur. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde toz halindeki reçine bir yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, UF tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajlı yanları vardır. Bu avantajlar; suya karşı daha dirençlidir, ısı stabilitesi daha yüksektir, düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedirler (Huş, 1979).

Melamin reçinesi maliyeti pahalı olduğu için üre formaldehit kadar kullanılmaz. Ancak melamin reçinesine üre katılıp ucuzlatabilir. Sulu çözeltinin ömrü çok az olup 3 hafta dayanabilir. Melamin reçinesi daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır (Güler, 2001).

İzosiyanat Tutkalı

İzosiyanat tutkallar, polimerik difenilmetan (PMDİ) diizosiyanat tutkalı ve emülsiyon polimer izosiyanat tutkalı olmak üzere iki grupta incelenebilirler. Polimerik difenilmetan diizosiyanat tutkalı, II. Dünya savaşı boyunca geliştirilmiştir. Ancak ilk kullanımı 1960'lı yıllarda, yaygın kullanımı ise 1980' li yıllarda olmuştur. Bu tutkal rutubete karşı yüksek

direnç göstermesi, düşük presleme süresi ve FF tutkalının çok üstünde direnç özelliklerine sahip olması gibi bir çok avantajının yanı sıra kullanımının ilk yıllarında özellikle yonga levhanın pres plakalarına yapışması, fiyatının yüksek olması gibi dezavantajları da vardır (Schmidt, 1998).

Diizosiyonat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. Tutkal su ihtiva etmemektedir. Rutubete dayanıklılığı bakımından FF tutkalı ile eşdeğerdir. Normal hava şartlarında ise yapışma direnci FF tutkalından daha fazladır. İçerisinde su ve organik çözücü olmadığından tutkallama yonga rutubetini arttırmaz. Difenilmetan diizosiyonat odunun (OH) gruplarıyla birleştiği için higroskopisitesini azaltır. Bu nedenle aynı iklim koşullarında, izosiyanat ile yapıştırılmış odun levhanın denge rutubeti, masif odunun denge rutubetinden daha azdır (Özen, 1980).

İzosiyanat tutkalı olarak bilinen difenilmetan-diizosiyanatın özelliği her iki ucunda bulunan izosiyanat grupları vasıtasıyla odundaki hidroksil (OH^-) grupları ile reaksiyona girerek üretan zincirleri oluşturmaktadır. Amino ve fenoplast tutkallarda yapışma spesifik adezyonla gerçekleşirken, izosiyanat tutkalında gerçek kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı su içermediğinden ve kullanılan tutkalın tümü bağlayıcılık görevini yapmasından dolayı iyi bir yapışma sağlar. Tutkallamada yonga rutubeti artmaz ve presleme süresini olumlu yönde etkiler. İzosiyanat tutkalı sulu çözelti halinde de kullanılabilir (Özen, 1980).

Resorsin Formaldehit Tutkalı

Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1 mol' den az formaldehit ile birleştirilmesiyle elde edilmektedir. Sertleştirici madde olarak çoğunlukla paraformaldehit kullanılmaktadır. Resorsinol fenolik bir maddedir, ancak fenole göre çok daha fazla reaktiviteye sahiptir. Bu reçinelerin en önemli avantajı ortam sıcaklığında sertleşebilmesidir (Bozkurt ve Göker, 1990).

1.3.4.2 Katkı Maddeleri

Levhaların suya ve rutubete karşı dayanımını arttırmak ve mantar ve böceklerle karşı korumak için, yongalara katkı maddeleri ilave edilir. Yonga levhanın özelliklerini

iyileştirmek amacıyla sentetik tutkala ilaveten bazı katkı maddeleri ilave edilmektedir. Bu katkı maddelerinin görevleri şöyledir;

- Plastikleştirme,
- Boyutsal kararlılık sağlanması,
- Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi,
- Tutkal dağılma özelliğinin iyileştirilmesi,
- Yanmayı geciktirmesi,
- Koku gidermesi,
- Malzeme yüzeyine toz birikmesini önleme,
- Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme,
- Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir (Karakuş, 2007).

Hidrofobik Maddeler

Yonga levhalarda boyut stabilizasyonunun sağlanması gerekmektedir. Bunu temin etmek üzere hidrofobik maddeler usulüne uygun bir şekilde kullanılmış olmalıdır. Bu taktirde levhalarda şişme, çanaklaşma veya çarpılma hemen hemen görülmemektedir. Özellikle mobilya endüstrisinde kullanılan yonga levhalarda hidrofobik maddelerin kullanılması ile bu sakıncalar ortadan kaldırılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).

Yonga levhanın su alarak boyutlarının değişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez.

Yonga levhalarda tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır (Şekil 7). En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir (Baharoğlu, 2010).



Şekil 7 : Parafin (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Mumlar, nispeten düşük molekül ağırlığında, basit yapıda, kristalleri iğne şeklinde ve yassı olan maddelerdir. Ticari parafin mumları $C_n H_{2n+2}$ formülünde düz zincirli hidrokarbonlar olup, erime dereceleri 50–100 °C arasında değişmektedir. Parafin ve mumlar polar olmadıklarından kimyasal yönden aktif değildir. Hidrofobik etkileri, liflerin kılcal boşluklarına girerek su moleküllerinin bu boşluklara girmelerini engelleme şeklindedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Parafinin genellikle iğne yapraklı ağaç yongalarından elde edilen levhalarda tam kuru yonga ağırlığına oranla %0,3–0,5, yapraklı ağaç yongalarından elde edilen levhalarda ise %0,5–1 oranında uygulanmaktadır. Ancak, parafinin %1-2' nin üzerinde kullanılması halinde tutkallamayı olumsuz etkilemekte ve levhanın direnç özelliklerini düşürmektedir (Özen, 1980; Eroğlu ve Usta, 2000).

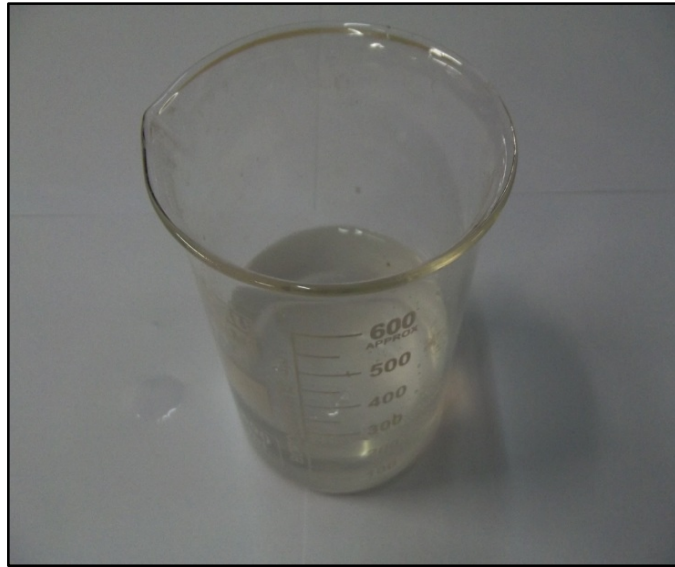
Ticarette kullanılan parafinin ergime derecesi 48 – 56 °C arasında değişmektedir. Yonga levha endüstrisinde hidrofobik maddelerin kullanılış nedenleri:

1. Yüksek derecede su itici etkiye sahip olma
2. Ergime noktasının uygun bulunması
3. Diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik olması

Sertleştirici Maddeler

Yonga levha üretiminde tutkal çözeltisinin ve tutkallanmış yongaların dayanma sürelerinin mümkün olduğu kadar uzun olması istenir. Diğer taraftan sıcak presleme sırasında üretim kapasitesinin yüksek olması için sertleşmenin kısa sürede tamamlanması arzu edilir. Bu iki isteğin gerçekleştirilmesi için çoğunlukla bir sertleştirici ile birlikte bir tamponlayıcı madde kullanılmaktadır. Ahşap kompozit levha üretiminde sertleştiriciler kullanılan tutkalın türüne ve özelliğine bağlı olarak değişmektedir. Bazı tutkallarla birlikte sertleştirici kullanılması zorunlu olmasına rağmen bazı tutkallarda ise sertleştiriciye ihtiyaç duyulmamaktadır.

Yonga levha üretiminde tutkal, hazırlama işleminden presleme işlemine kadar herhangi bir sertleşme göstermemelidir. Ancak presleme sırasında tutkalın kısa süre içerisinde sertleşmesi gerekir. Bunun için de üre formaldehit tutkalında sertleştirici olarak amonyum klorür ve amonyum sülfat kullanılır. Ancak amonyum klorür (Şekil 8), amonyum sülfata göre daha çok tercih edilir, bunun tercih sebebi ise; Amonyum klorür kullanıldığında meydana gelen tuz asidi (HCl) uçucu olmasından dolayı levha taslağının her tarafında homojen bir şekilde yayılır. Amonyum sülfat kullanılması halinde ortaya çıkan sülfürik asit (H_2SO_4) uçucu olmadığı için levhaya homojen olarak yayılmaz ve sertleşmede düzensizlikler olur (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 8: Amonyum klorür çözeltisi (NH_4Cl) (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Presleme sırasında sıcaklık etkisi ile amonyum klorür ve formaldehit reaksiyona girerek, hidroklorik asit, heksametilentetraamin ve su açığa çıkar. Ortaya çıkan hidroklorik asit sayesinde tutkal hızlı bir şekilde sertleşir. Fakat daha presleme işlemine geçmeden düşük sıcaklıkta sertleşmenin olmaması için, tutkal çözeltisinin içerisine amonyak veya üre ilavesi yapılmalıdır. Amonyak düşük sıcaklıklarda hidroklorik asidi nötrleştirerek, pres sıcaklığına kadar sertleşmeyi durdurur. Pres sıcaklığında amonyağın buharlaşmasıyla asit tekrar ortaya çıkarak sertleşmeyi gerçekleştirir. Düşük maliyeti nedeni ile üreden çok amonyak kullanılmaktadır (Günsel, 2004).

Koruyucu Maddeler

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

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

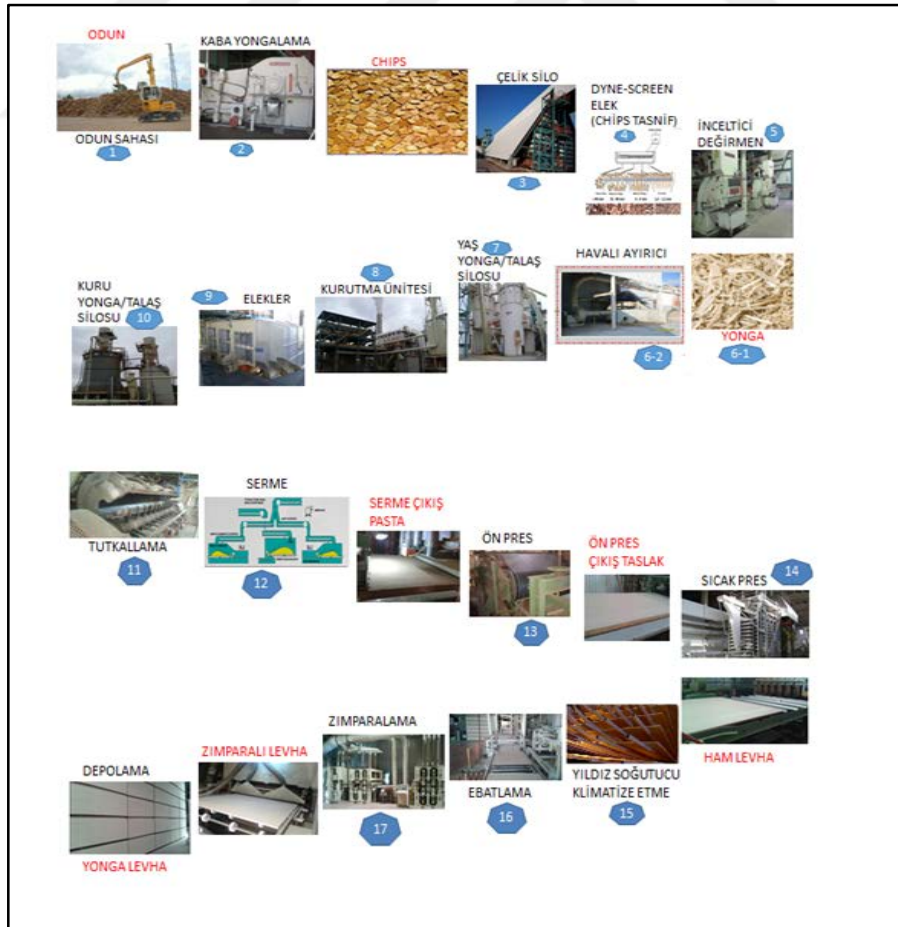
Yangın Geciktirici Maddeler

Yonga levhalar ağaç materyalden üretildikleri için oldukça yanıcı malzemelerdir. Yonga levhanın yanma süresi yanma kalınlığına, özgül ağırlığına, levhanın rutubetine ve direncine, kullanılan yapıştırıcının türüne ve kullanılan odun içerisindeki kimyasal bileşenlere bağlıdır. Yanmayı geciktiren maddeler; özellikle çocuk bakım evleri, hastane ve toplu konutlar gibi

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

1.3.5 Yonga Levha Üretim Teknolojisi

Yonga levha üretiminde temel olarak üç üretim teknolojisi söz edilebilir. Bunlar yatık yongalı levha üretimi, dik yongalı levha üretimi (OKAL TİPİ) ve kalıplanmış yonga levha üretimidir. Bunların dışında Termodin Metodu, Collipres Metodu, Werzalit Metodu da bilinmektedir. Bütün üretim metodlarının da temel olarak işlemler aynıdır.



Şekil 9: Yonga levha üretim şeması (Çizen: Ufuk AYDIN 2016).

Farklılık presleme tekniği, serme işlemi veya kullanılan bağlayıcıdan kaynaklanmaktadır. Presleme metoduna göre, levhalar yatık yongalı levha ve dik yongalı levha olarak adlandırılırken, presleme metodu hepsinde yatık olarak uygulandığı halde, serme işleminin farklılığından dolayı tek katlı ve çok katlı levhalar ile yönlendirilmiş levhalar elde edilebilmektedir. Kalıplanmış yonga levhalarda ise elde edilecek ürünün nihai şekline göre özel kalıplar kullanılarak presleme yapılmaktadır. Kullanılan bağlayıcılar çimento ve alçı olunca, üretilen levhalarda buna uygun olarak çimentolu veya alçılı yonga levha olarak isimlendirilmektedir. Kısaca yukarıda belirtilen farklılıklar dışında diğer üretim safhaları hemen hemen aynıdır (Dayanıklıoğlu, 2009).

Yonga levhalar, presleme öncesi mekanik veya havalı sermenin kullanıldığı kuru yöntemle ve genellikle üç tabakalı üretilirler. Levha üst yüzeyleri ince yongalardan, orta tabaka ise kaba yongalardan oluşur.

Sıcak preslemeden sonra levhaların uygun bir şekilde soğutulması gerekmektedir. Bu amaçla yıldız soğutucular kullanılmaktadır. Soğutma işlemi uygulanmadan istiflenen üretilen levhalar formaldehit ile yapıştırılmış yonga levhalar rutubetin de etkisi ile bozulmakta ve yapışma direnci azalmaktadır. Fenol formaldehit tutkalı kullanılan levhalarda ise soğutma uygulanmaksızın istifleme yapmanın bir sakıncası olmamaktadır. Levhalar soğutulduktan sonra daire testerelerle standart boyutlara veya müşteri isteği doğrultusunda istenilen boyutlara getirilirler. Boyutlandırılan levhalar yüzey düzgünlüğünü artırmak, kalınlık hatalarını gidermek, sonradan uygulanacak yüzey işlemlerine hazır hale getirmek için zımparalanmaktadır. Zımparalama için genellikle 2-4 (fabrika büyüklüğüne göre değişebilmektedir) silindirik zımparalama makineleri kullanılmaktadır. Zımparalamadan sonra yonga levhalar yüzey görünümlerine göre sınıflandırılmakta ve düz altlıklar üzerine istiflenmektedirler (Dayanıklıoğlu, 2009).

1.3.5.1 Odun Hammaddesinin Depolanması

Fabrikaların depolama kapasitesi fabrikanın yıllık hammadde gereksinimini karşılayacak şekilde olmalıdır. Depolamada farklı hammadde tipleri ayrı ayrı istiflenmelidir. Biyotik ve abiyotik faktörlerin etkisine karşı gerekli önlemler alınmalıdır. Depolamak yerine 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).

Hammadde sahasında genellikle 3–6 aylık odun hammaddesi depolanmalıdır. Gereğinden fazla depolama sonucunda aşağıdaki sorunlar ortaya çıkabilmektedir:

1. Odun hammaddesine mantar ve böcek zararlıları bulaşabilir.
2. Bakteri saldırısı sonucu porozite artar.
3. Çürüme ile hammadde kaybı olur ve renk değişikliği artar.
4. Odunun rutubeti çok azalır.
5. Verimi azaltan çatlaklar ortaya çıkabileceğinden yonga kalitesi olumsuz etkilenir.
6. İstif masrafları ve işçi çalıştırma maliyeti artar.
7. Odunda mavi renklenme ve hoş olmayan koku meydana gelebilir.
8. Donma ve ısınmadan dolayı lif ayrılması oluşabilir.
9. Oksidasyon lekesi oluşabilir.
10. Yangın çıkması durumunda müdahale zorlaşır.
11. Hammadde satın alınmasında fiyat elastikiyeti sınırlandırılmış olur.

1 m² depo alanına yaklaşık olarak 1,5 – 2 ster odun istiflenebilmektedir (Şekil 10). İstiflere hammaddenin taşınmasında çeşitli alet ve tesislerden yararlanılmakta, dekovil hatları veya dizel lokomotiflerle çekilen lastik tekerlekli arabalar ile asma köprülü vinçler kullanılmaktadır. Yonga levha fabrikalarında taşımada zincirli veya bantlı konveyörler kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 10: Hammadde sahası (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.5.2 Kabuk Soyma

Kabuk, vasküler kambiyum tarafından üretilen floem (iç kabuk) ile fellogen tarafından üretilen dış kabuktan oluşmaktadır. Kabuk, genç ağaçlarda kambiyumdan dışa doğru sekonder floem, primer floem, korteks ve epidermisten oluşur. Yaşlı ağaçlarda ise, sekonder floem ve peridermden meydana gelmektedir. Kabuğun anatomik yapısı, odununkinden daha karmaşıktır. Ağaçtaki kabuk miktarı, ağaç cins ve türüne, yaşına, yetiştirme muhiti koşullarına ve diğer etkenlere bağlı olarak; ağaç hacminin %8-14' ünü kapsar ve genellikle kalın kabuklu ağaç türlerinde, odun miktarının %10' u kadardır. İnce kabuklu ağaçlarda ise bu oran daha düşüktür (Taşkın, 1973; Öktem, 1979).

Kabuk düşük yoğunlukta, kısa lifli ve mukavemeti az olmasından dolayı levha üretiminde istenmemektedir. Üretimde kullanılacak tomruklar, kabukları ormanda kesimden sonra soyularak ya da nadiren de olsa ormanda yongalama yapılarak fabrikaya getirilebilir. Ancak, genellikle odunlar fabrikaya kabuklu olarak geldiğinden kabuklarının soyulması gereklidir (Eroğlu, 1988; İstek, 1999). Odunda kabuğun soyulması halinde %10–15 oranında organik madde uzaklaşmakta, dolayısı ile verim düşmektedir. Kabuğu tamamen uzaklaştırmak her zaman ekonomik olmadığı gibi çoğu zaman mümkün de olmaz (Suchland ve Woodson, 1986).

Kabuk soymadaki kayıplar, kullanılan makine, yöntem, operatörün dikkat ve bilgisine bağlı olarak değişmektedir. Genellikle kabuk soyma ile ağırlık olarak %7–10, hacim olarak ise %10–15 oranında hammadde kaybı olmaktadır (Bostancı, 1987).

Kabuk soyma işlemi genellikle sürtünme, kesme, koparma ve ezme yoluyla olur (Şekil 11). Mekanik, hidrolik ve kimyasal yöntemlerle kabuk soyma işlemleri yapılır. Yonga levha üretiminde üst tabakada kullanılacak yongaların kabuklarının soyulmuş olması önemlidir. Çünkü kabuklar normalden daha fazla tutkal absorbe eder ve üst yüzeyde tutkal yığılması meydana gelir. Bu tutkal tabakası ise zımparalama işlemi sırasında üst yüzeyden uzaklaştırılır. Bu durumda ise hammadde kaybı meydana gelmektedir. Ancak orta tabakada kullanılacak yongaların kabuklarının soyulması zorunlu değildir. Kullanılacak hammadde kabuk miktarının %12-15 den fazla olmamasına dikkat edilmelidir (İstek, 2010).



Şekil 11: Döner tamburlu kabuk soyucu (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.5.3 Yongalama

Yongaların biçim ve boyutları kullanılan makineye göre değişir. Odun yongalanması sırasında düzgün yüzeyli ve kaliteli yongaların elde edilebilmesi için rutubetin % 30-60 olması gerekir. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur ve yonga verimi düşer. Rutubetin fazla olması durumunda ise yongaların kurutma masrafları artar ve elde edilen yongaların yüzeyleri lifli hale gelir. Lifli yongalar yapışmanın hatalı olmasına neden olur. Bu nedenle uygulama halindeki odun rutubeti %30' dan az ve %60' dan fazla olmamalıdır (Güler, 2001).

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

Kaba Yongalama

Bu tip yongalayacilarla büyük yongalar elde edilir. Elde edilen yonga boyları 20-40 mm, arasında değişir(Şekil 13). Odunlar ya liflere dik olarak yada liflere 45 °' lik açı yapacak şekilde kesilirler. Kaba yongalama makineleri (Şekil 12), ince dallardan, kereste endüstrisi atıklarından olan kırıntılardan, kontrplak ve kaplama fabrikaları atıklarından, çalı ve yıllık bitki demetlerinden kaba yongalar kesmeye yararlar (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 12: Chipper (Yongalayıcı) ve yonga (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Normal Yongalama

Bu tür yongalama, yuvarlak odundan doğrudan doğruya levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta yonga kesilmesine denir. Bıçak yönü lif yönüne meyilli olan kesiş uygundur. Makinede bulunan kenar bıçakları tarafından yongalar uzunluğuna kesilmiş olur. Yonganın eni ise önemli değildir. Normal yongalama için diskli ve silindirli yongalama makineleri kullanılır (Şekil 13) (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 13: Makro değirmen (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

İnce Yongalama

Levha üretiminde uygun olan yongaları değişik durumlarda ilk olarak elde etmek mümkün olmadığından, kaba ve normal yongalar bir defa daha özel makinelerden ve değirmenlerden geçirilerek boyutları küçültülmektedir. Genellikle ince materyalin üretilmesinde elekli değirmenler tercih edilir (Şekil 14). Her türlü yonga elekli değirmenlerde inceltilebilir (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 14: Mikro değirmen (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.5.4 Kurutma

Üretilen yongalar %30–120 arasında çok değişik rutubet derecelerine sahiptir. Yongaların rutubetinin fazla veya kuru olması tutkalın sertleşmesini engeller, levhanın patlamasına, toz miktarının ve yangın tehlikesinin artmasına, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşmasına, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın meydana gelmesi gibi sorunlara neden olabilmektedir. Bunu önlemek için, levhanın prestan çıkış rutubetine göre, yongaların %3–6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir. Bu maksatla döner silindirli, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbünlü, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır (Özen, 1980).

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

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

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

Yongaların kurutulmasında ısı transferi doğrudan doğruya temas, konveksiyon ve radyasyon yoluyla ve bunların kombinasyonu şeklinde olur (Şekil 15). Temas yoluyla kurutma; uzun bir işlemdir, buna karşılık en basit yöntemdir. Işımayla tüm yüzeyde kurutma sağlanırken, temas yöntemiyle ise sadece temas eden yüzey kurutulabilir. Konveksiyon yoluyla kurutma; temas yoluyla kurutmaya göre daha kısa olup yongaların başlangıç rutubeti, yonga büyüklüğüne, kalınlığına ve kullanılan havanın sıcaklığı ve hızına bağlıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların

kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2 kademede gerçekleşir; birinci kademede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademede ise higroskopik yani bağlı su uzaklaşmaktadır (İstek, 2010).



Şekil 15: Kurutma (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğalgaz, propan, fuel-oil kullanıldığı gibi zımpara tozu da kullanılabilir. Kurutucularda sıcaklık 600-800 °C' ye kadar çıkabilmektedir. Yongaların kurutulma süresi kısa olduğu için yongalar kurutucu içinden çabuk geçirilirler. Eğer kurutucu içerisinde herhangi bir tıkanıklık olursa yangın çıkar ve ciddi problemlere sebep olur. Kurutucular yangın ve patlama tehlikelerinden dolayı yonga levha fabrikalarında en tehlikeli kısımlarından birini oluştururlar (Şekil 33). Yongalanacak hammaddeler arasında rutubet miktarları bakımından büyük farklılık varsa bunlardan elde edilen yongaların ayrı ayrı kurutulması tavsiye edilmektedir. Yongalar yaklaşık %2-5 rutubete kadar kurutulur (Akbulut, 2000).

1.3.5.5 Yongaların Sınıflandırılması (Eleme)

Yongalama makinelerinde heterojen olarak üretilen yongaların bu haliyle kullanılması elde edilecek levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini etkilemektedir. Yongalama makineleri ve teknolojisi ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlara sahip yongalar elde etmek oldukça zordur.

Heterojen yonga kullanımı; levhanın yüzey düzgünlüğünün bozulmasına, porozitesinin artmasına, fiziksel ve mekanik özelliklerinin azalmasına, kenar masifleme işleminde zorluklara ve levha içerisinde yoğunluk farklılıklarına neden olmaktadır. Bu nedenlerden dolayı yongalama veya kurutma işlemlerinden sonra elde edilen yongaları istenilen boyutlarda homojenleştirmek için sınıflandırma ve tasnif işlemleri yapılmaktadır. Bu işlem 2 şekilde yapılmaktadır;

1. *Yongaların İçinde Bulunan Kaba ve İnce Kısımların Uzaklaştırılması:*

Mekanik sınıflandırma veya tasnif işlemi eleklerle yapılmaktadır. Elekler alt alta yerleştirilmiş gözenekli tabanları olan makinelerdir. Titreşimli, sallantılı ve dairesel olarak hareket eden elekler mevcuttur (Şekil 16). Eleğin en önemli elemanı elek tabanıdır. Bunlar gözenek şekillerine göre; çıta tabanlı, saç tabanlı, tarak tabanlı, örgü ve ızgara tabanlı elekler olarak da sınıflandırılmaktadır.



Şekil 16: Elek (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

2. *Yongaları Boyutlarına Göre Arzu Edildiği Kadar Gruplara Ayırmak:* Birinci işlem, genellikle yongalama makinelerinden sonra ve kurutma sırasında gerçekleştirilir. İkinci işlem ise, yongaların tasnif edilmesi işlemini içermektedir. Yongaların tasnif edilmesi 2 yöntemle gerçekleşir. Bunlardan birincisi; mekanik, ikincisi ise; hava (pnömatik) yardımıyla yapılan sınıflandırmadır. Günümüzde mekanik sistemin sakıncalarından dolayı yongaların elenmesinde pnömatik sistem uygulanmaktadır.

1.3.5.6 Yongaların Taşınması

Yonga levha tesislerinde hammadde depolarından levha üretim aşamasına kadar çeşitli üretim kademelerinde kullanılan taşıyıcı sistemlerinden yararlanılmaktadır. Bunların yatırım masrafları, işletme masrafları, bakım ve yedek parçaları önemli ölçüde üretim maliyetlerini etkilemektedir. Kısacası taşıyıcı seçiminde; hammaddenin ağırlık, hacim, rutubet gibi özellikleri göz önünde bulundurulmalıdır. Yonga levha endüstrisinde kullanılan taşıma sistemi 2 alt gruba ayrılır;

1. Mekanik Taşıyıcılar

- Bantlı Taşıyıcı
- Vidalı Taşıyıcı
- Kazıyıcı Taşıyıcı
- Zincirli Taşıyıcı
- Sarsıntılı Taşıyıcı

2. Havalı (Pnömatik) Taşıyıcı

1.3.5.7 Yongaların Depolanması

Yonga levha fabrikalarında yongaların depolanması için silolar kullanılmaktadır. Silolar; yongalama makinelerinden gelen yongaları toplamaya ve aynı zamanda kurutmaya, öğütmeye veya sermeye verilen yongaları toplayıp düzenli şekilde tutkallama makinelerine vermektedirler. Silolar(Şekil 17) yongaların hareket yönüne göre üçe ayrılmaktadırlar (Karakuş, 2007). Bunlar;

1. Horizontal silo
2. Vertikal silo
3. Döner silo

Siloların görevlerini şu şekilde sıralamak mümkündür;

1. Yongaların bir işlemten diğer işleme akışını kontrol etmek, istenilen miktarda hammadde akışını sağlamak.

2. Tutkallanmış yongaların toplanıp düzenli olarak serme makinesine verilmesi
3. Yongalama işleminden başlayarak levha üretim aşamasına kadar çeşitli aşamalarda meydana gelebilecek kısa süreli arızalarda fabrikasyon akışı devamını sağlayabilme
4. İşçi masraflarını azaltmak.
5. Çeşitli üretim aşamalarında meydana gelebilecek kapasite değişikliklerinin üretim kapasitesini etkilemeyecek şekilde devamını sağlamak.
6. Doldurma hızını eşit hale getirmek.
7. Depolara giren ilk yongaların ilk olarak çıkışını sağlamak.
8. Arzu edilen yonga karışımlarını elde etmek.

Silolarda aranan özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Ana depo olarak belli hacimlerdeki yongaları depolamak.
2. Yongaların giriş çıkışı otomatik olmalıdır.
3. Silo içinde yonga seviyesinin değişmesiyle birlikte birim hacim ağırlığının değişmemesi
4. Yongaların silodan çıkışı siloya giriş sırasına göre olmalıdır.
5. Bir tesisteki tüm silolar aynı yapıda olmalıdır.
6. Siloların tamir ve bakımı kolay yapılabilmelidir (İstek, 2010).



Şekil 17: Yongaların depolanması (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.5.8 Yongaların Tutkallanması

Levhaların mekanik ve fiziksel özelliklerini, ağaç türü ile birlikte, büyük ölçüde yapıştırıcı madde etkilemektedir. Levhalarda yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir (Usta, 2011).

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

Tutkallamayı etkileyen faktörler aşağıdaki gibi sıralanabilir;

1. Tutkal çözeltisinin yonga yüzeyine üniform olarak dağıtılması
2. Yonga geometrisi ve boyutları
3. Yongaların yüzey düzgünlüğü
4. Tutkal sürme metodu
5. Tutkallama öncesi yonga rutubeti
6. Tutkallama makinelerindeki yonga hareketleri

Tutkalın yonga levha üretiminde yüzeye verimli bir şekilde yapışmasında önemli olan üç faktör vardır. Bunlar;

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

Yongaların boyutları yongalama makinesine, ağaç cinsine, rutubetine ve benzeri faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterirler. Tutkallamada ağır yongalara az, ince ve hafif yongalar ile odun tozlarına daha fazla tutkal isabet eder. İnce yongalar ve tutkallı tozlar levhanın dış yüzeyinde yer almakta olup, zımparalama işlemi ile bir kısmı uzaklaştırılmaktadır. Yonga boyutlarının yanı sıra yüzey düzgünlüğü de son derece önemlidir. Yüzey düzgün değilse taneciklerin büyük çoğunluğu çukurluklara isabet edebilir. Yapıştırma direncinin

oluşmasına hiçbir katkısı olmaz. Bu nedenle kesme yöntemiyle üretilen yongalar diğerlerinden daha değerlidir. Tutkallamada tutkallama makinesindeki yonganın hareketi de önemlidir. Yongaların hareketiyle püskürtülen tutkal uyum içerisinde olmazsa diğer koşullar en iyi şekilde gerçekleşse dahi tutkallama hatalı olur (Karakuş, 2007).

1.3.5.9 Tutkal Hazırlanması ve Diğer Kimyasalların İlavesi

Yonga levha endüstrisinde üre formaldehit tutkalı yaygın olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde her tesis kendi imkânları ölçüsünde farklı stratejiler uygulamaktadır. Bazıları tutkalı hazır olarak satın alırken bir çok tesis de üre formaldehit tutkalını kendi imkanları ile üretmektedir. Üre formaldehit tutkalı genellikle %60-65 katı madde miktarında sulu çözelti halinde satılmaktadır. Tutkallama sırasında homojen bir dağılım sağlamak için %45-55 konsantrasyonlarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalı beyaz renkte olup, özgül ağırlığı 1,27-1,29 g/cm³ tür. Tutkal çözeltisinin pH' sı 8-9 arasında değişmekte olup depolama süresi 25 °C de 1 ay veya 20 °C de 2 ay kadardır.

Katkı maddelerinden sertleştirici ve parafin tutkala karıştırılırlar. Yanmayı geciktiren maddeler ile koruyucu maddeler ise tutkal-yonga karıştırıcısında veya üretim hattının başka bir yerinde ilave edilebilir (Usta, 2011). Günümüzde parafin ayrı bir hat üzerinden kuru yongalar üzerine püskürtülmektedir.

1.3.5.10 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme)

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

Serilen levha taslağının kalınlığı, levha kalınlığının 3-20 misli olmaktadır. Tek tabakalı homojen levhalarda yongaların serme işlemi, ince ve kaba yongaların karışık olarak serilmesi şeklinde olmaktadır. Çok katlı veya katları belirsiz levhalarda ise ayrılmış yonga büyüklüklerini koruma açısından uygun serme başlıkları kullanılmaktadır. Bu başlıkların verimli bir şekilde çalışması ise dozajlama ünitelerinin çalışmasına bağlıdır. Dozajlama ünitelerinin görevi ise; serme başlıklarına sürekli aynı miktarda yongaların gönderilmesini sağlamaktır. Dozajlama hacim, ağırlık ve hacim-ağırlık olarak üç esasa göre yapılır. Serme makineleri ağırlık ve hacim itibarıyla dozaj yapan sistemlerle kombine edilerek çalıştırılırlar (Şekil 18).

Çok ince parçacıkları ihtiva eden alt ve üst tabakalar yeknesak bir strüktüre sahip olmalıdır. Modern eleme tesisleri alt ve üst tabakaların yeknesaklığını önemli derecede gerçekleştirmişlerdir. Mekanik aletlerle atma ve rüzgarlama yoluyla yongaların serpilmesi yonga keçesinin başlangıç kısmının daima bir kama şeklinde olmasını sağlarlar. Kama şeklindeki bu yonga keçesi 3 faktöre bağlıdır. Bunlar kama uzunluğu, serme açısı ve keçe kalınlığıdır. Şayet serme açısı çok büyük ise kama uzunluğu çok kısa olur. Levhanın özellikleri ayrıca serme yönü ile de etkilenmektedir. Kama uzunluğu azaldıkça keçenin tümünde yongaların orta düzleme paralellikleri azalır. Çok dik serme açıları preslemede tahrip edici kuvvetlerin doğmasına sebep olan horizontal makaslama kuvvetlerini teşkil eder (Bozkurt ve Göker, 1990).



Şekil 18: Serme (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

1.3.5.11 Presleme

Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Levha taslağı, doğrudan sıcak prese verilirse, pres katları arasındaki açıklık artmakta, dolayısıyla, presin kapanma süresi uzamakta ve ısı kaybı olmaktadır. Ayrıca, yüzey düzgünlüğü bozulmakta, yüzey ve orta tabaka iyice kenetlenmemekte, ince yongalar sarsıntı ile alt tabakaya kayarak levha simetrisi bozulmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilmektedir ve basıncı 15–20 kg/cm² arasında değişmektedir (Bozkurt ve Göker, 1986).

Ön Presleme (Soğuk Pres)

Şekillendirme kalıpları veya kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga taslağı soğuk preste sıkıştırılır. Soğuk pres sadece levhanın sıkıştırılmasını sağlamakla kalmaz, ayrıca hava çıkışını sağlar (Şekil 19). Soğuk preslenmiş taslağın sıcak prese verilmesinde transport saçlarına ve pres saçlarına gerek kalmaz. Bunun için ön preste basıncın 15-20 kp/cm² olması gerekir (Güler, 2001).



Şekil 19: Ön pres (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Soğuk presler fasıllı ve fasılasız 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 (Güler, 2001; Karakuş, 2007).

Soğuk presleme işleminin amaçları;

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

Sıcak Presleme

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

Tek katlı preslerde her presleme periyodunda sadece bir tane levha preslenirken çok katlı preslerde pres katlarının sayısı 4-22 arasında değişir (Şekil 20). Preslerde (tek veya çok katlı) basınç hidrolik olarak sağlanır. Pres plakaları sıcak su, buhar, kızgın yağ ya da yüksek frekans ile ısıtılabilir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türüne bağlı olarak 150–220 °C arasında değişir. Süre tutkalın sertleşme süresi ve levhanın kalınlığına göre 3–7 dakika arasında olmaktadır (Akbulut, 2000).



Şekil 20: Çok katlı pres (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

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

Levha kalınlığı, katlar arasına konulan kalınlık takozları veya elektronik çalışan pistonlar yardımıyla ayarlanır. Çok katlı preslerde bütün katların aynı anda kapanmasını sağlamak için es zamanlı açma-kapama mekanizması kullanılır. Fasılasız preslerde levha sonsuz bir bant halinde elde edilmektedir. Daha sonra istenilen boyutlarda kesilmektedir. Bu tip presler uzun olup, hazırlanan taslak ısıtılan çelik levhalar veya etrafı çelik levhalarla kenetlenmiş silindirler arasından geçmektedir (Şekil 21) (Akbulut, 2000).

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



Şekil 21:Continu pres (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Pres süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma hızına bağlıdır. Presleme süresi ve rutubetine bağlı olarak pres basınç ve sıcaklığının etkisiyle tutkal sertleşir ve kararlı bir malzeme oluşur (Güler, 2001).

Bir yonga levha tesisinin kapasitesi aynı zamanda sıcak presin kapasitesine bağlıdır. Sıcak presleme iç içe geçmiş 4 kademedan oluşur;

1. Soğuk prestan gelen yonga levha taslağının tolerans sınırları içinde istenilen levha kalınlığına kadar sıkıştırmak,
2. Münferit yongalar arasındaki yapışmayı sağlayacak basıncın temin edilmesi
3. İstenilen yapışma sıcaklığına kadar ısıtılması ve levha rutubetinin buharlaştırma yoluyla azaltılması
4. Gevşek haldeki yongaların istenilen yoğunluğa kadar sıkıştırılarak yapıştırılması

Sıcak preslemede dikkat edilmesi gereken hususlar:

1. Levha taslağının yonga karışım oranı
2. Pres sıcaklığı
3. Pres basıncı
4. Kimyasal reaksiyonlar

5. Pres süresi

1.3.5.12 Sıcak Presleme Sonrası İşlemler

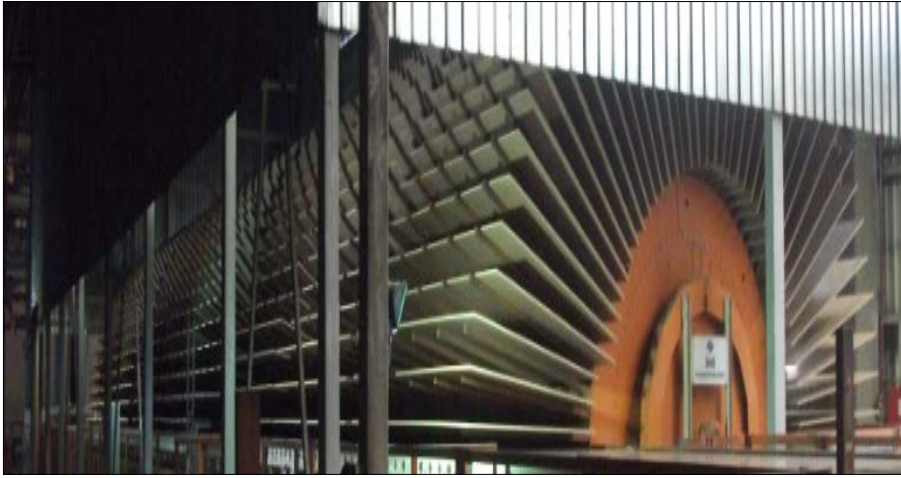
Pres ve presten önceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerin istenilen şartlarda olmasını sağlar. Bu elde edilen şartların korunması ve üretilen levhalara estetik katılması açısından levhalar üzerinde pres sonrası işlemler uygulanmalıdır.

Levhaların Klimatize Edilmesi

Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70 °C'nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç değerlerinde düşüş görülmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir (Şekil 22). Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemekten dolayı bir sakınca oluşmamaktadır (Güler, 2001).

Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar;

1. Levhanın sıcaklığının dengelenmesi sağlanır.
2. Levhanın denge rutubetine ulaştırılması sağlanır.
3. Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir.
4. Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve mekanik özelliklerde değişimler meydana gelir.



Şekil 22: Yıldız soğutucu (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Pres sonrası levhaların dış yüzey sıcaklığı pres plakasının sıcaklığına yakın olduğu halde orta kısımların rutubet nedeniyle 100 °C civarındadır. Levhalar soğurken dış yüzeyler hızlı, orta tabakalarda ise yavaş ısı kaybı meydana gelmektedir. Ayrıca, soğuma ile birlikte orta tabakanın rutubet kaybı dış tabakaya doğru ilerlemektedir. Bu olaylar levhaların iç kısmında bir daralmaya, dış kısımlarda ise rutubet alarak genişlemeye neden olabilmektedir. Bu nedenle presten çıkan levhalar yıldız soğutucularda 60-70 °C ye kadar soğutulur.

Boyutlandırma

Boyutlandırma işlemi preslemeden sonra veya klimatize işleminden sonra yapılabilir (Şekil 23). Yan alma işlemi soğutma işleminden önce yapılırsa kenarların görünümü kaba olur. Yongalar kesilmeden koparak çıkar. Bunun için çoğunlukla soğutma işleminden sonra yapılır. Yan alma işlemi sırasında levha köşeleri birbirine dik olmalıdır. Yan alma işlemi için ise daire testere makineleri kullanılmaktadır.



Şekil 23: Boyutlandırma (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Zımparalama

Presten çıkan yonga levhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildir. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için genellikle 2-4 silindirli zımparalama makineleri ile zımparalanır (Şekil 24). Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra levha tek geçişte her iki yüzü de zımparalanmış olarak çıkar (Bozkurt ve Göker, 1985).



Şekil 24: Zımparalama (Fotoğraf: Ufuk AYDIN 2016).

Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması

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

1.3.5.13 Yonga Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

TS EN 326-1 *Ahşap Esaslı Levhalar- Kesme ve Muayene* Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi: Bu standart, ahşap esaslı levhaların özellikleri

hakkında bilgi elde etmek için deney numunelerinin seçimi, kesimi, deney sonuçlarının gösterilmesinde bazı kuralları kapsar.

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

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

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

TS EN 322 *Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini*: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar.

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

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

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

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

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

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

- EN 310 Wood- based panels- Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength.
- EN 317 Particleboards and fiberboards- Determination of swelling in thickness after immersion in water.
- EN 319 Particleboards and fiberboards- Determination of tensile strength perpendicular to the plane of the board.
- EN 320 Fiberboards- Determination of resistance to axial withdrawal of screws.
- EN 322 Wood- based panels- Determination of moisture content.
- EN 326-1 Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection- Part 1: Sampling and cutting of test pieces and expression of test results.
- EN 326-3 Wood- based panels- Sampling, cutting and inspection- Part 3: Inspection of a consignment of panel.

BÖLÜM II

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1 Materyal

2.1.1 Odun Hammaddesi

Ahşap esaslı levhalarının üretiminde kullanılacak hammaddelerin teknik ve ekonomik yönden uygun olması istenmektedir. Kullanılacak hammadde üretim şartlarına ve kullanım amacına uygun olarak seçilmelidir. Genellikle yonga levha üretiminde yapraklı ve iğne yapraklı ağaçlar belirli oranlarda karıştırılmak suretiyle üretim hattına verilmektedir.

Bu çalışmada hammadde olarak kullanılan yapraklı ve iğne yapraklı ağaç odunu yongaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga Levha fabrikasında elde edilmiştir. İlk olarak Palmann yongalama makinası PHT 520 - 1050 model yongalayıcıda elde edilen yongalar daha sonra Palmann PZRK 14-450/60 makro ve mikro değirmenlerde orta ve yüzey tabaka yonga boyutlarına uygun hale getirilmiştir. Bu tesisten temin edilen yongaların karışım oranı; %40 Karaçam (*Pinus Nigra*), %30 Meşe (*Quercus Petraea*), %15 Kavak (*Populus Alba*), % 15 piyasa talaşı şeklindedir.

2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Yonga levha üretiminde üre formaldehit (UF) tutkalı kullanılmıştır. Üre formaldehit tutkalı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. tutkal fabrikasından temin edilmiştir. Kullanılan üre formaldehit tutkalının özellikleri Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1: Yongaların yapıştırılmasında kullanılan UF tutkalının özellikleri.

Özellikler	Değerler
Çözelti (%)	62±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,25-1,27
pH (25 °C)	7-8,5
Viskozite (Dın/cPs 25°)	150-200
Jelleşme süresi (s, 100 °C)	30-45
Kullanma süresi (gün)	75
Akışkanlık süresi (s, 25 °C)	20-35
Serbest CH ₂ O (max.) %	0,20

2.1.3 Sertleştirici Maddeler

Üre formaldehit tutkalı için sertleştirici madde olarak %20' lik amonyum klorür (NH₄Cl) çözeltisi kullanılmıştır (Tablo 2). Amonyum klorür çözeltisi, 80 kg suyun içerisine 20 kg katı amonyum klorür katılıp tamamen çözülünceye kadar 45 dakika karıştırılması suretiyle hazırlanmıştır.

Tablo 2: UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum klorürün özellikleri.

Özellikler	Değerler
Çözelti (%)	20±1
Yoğunluk (g/cm ³)	0,95
pH (25 °C)	6,50

2.2 Yöntem

Deneme levhaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş. Kastamonu Yonga levha tesisi üretim hattında üretilmiştir. Tesis üretim şartlarında yonga rutubeti ve yonga geometrisi ayrı ayrı değiştirilerek farklı levha grupları üretilmiştir. Deneme levhalarının üretim şartları Tablo 3' te görülmektedir.

Tablo 3: Deneme levhalarının üretim şartları.

Kalınlık (mm)	18
Levha boyutları (mm)	2100 x 2800
Orta tabaka (%)	62
Alt-Üst tabaka (%)	19-19
Pres basıncı (kg/cm ²)	30
Toplam pres süresi (sn)	180
Katı tutkal oranı (%)	10

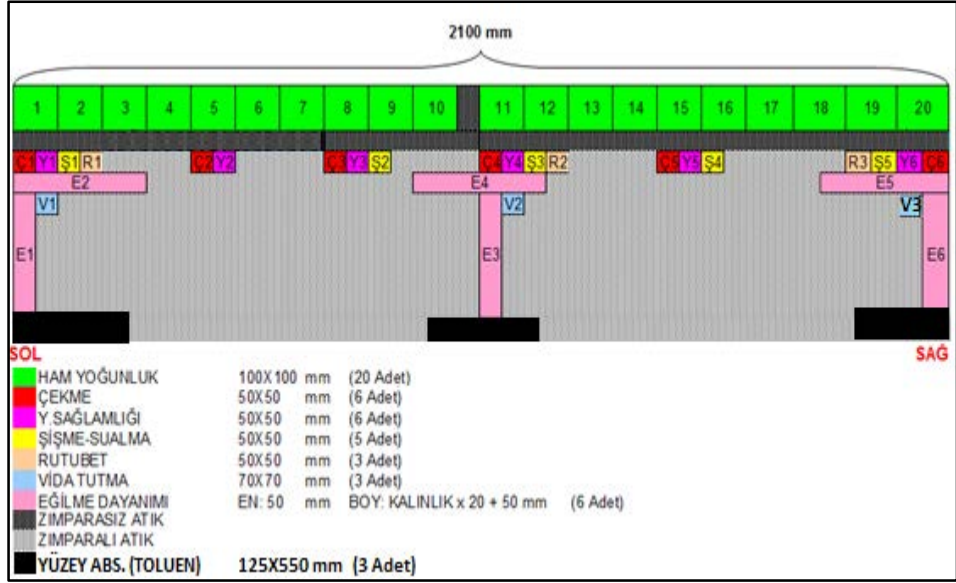
Deney levhaları üretiminde kullanılan değişkenlerden rutubet ve yonga boyut değişimleri Tablo 4 ve Tablo 5' de görülmektedir.

Tablo 4: Rutubet değişimi deneme levha grupları orta ve alt-üst tabaka.

Levha Grubu	Levha Sayısı	Yoğunluk (Kg / m ³)	Yonga rutubeti (%)	
			Orta Tabaka	Alt-Üst tabaka
A	3	600	5,5	14
B	3	600	6	14
C	3	600	6,5	14
D	3	600	7	14
E	3	600	7,5	14
F	3	600	8	14
G	3	600	6,5	12
H	3	600	6,5	13
I	3	600	6,5	14
J	3	600	6,5	15
K	3	600	6,5	16
L	3	600	6,5	17
M	3	600	6,5	18

Tablo 5: Yonga geometrisi değişimi levha grupları orta tabaka ve alt-üst tabaka.

Levha Grubu	Levha Sayısı	Yoğunluk (Kg / m ³)	Yonga boyutu (mm)	
			Orta Tabaka	Alt-Üst tabaka
N	3	630	10,5 x 10,5	2,5 x 0,8
			6 x 20	
O	3	630	10,5 x 10,5	2,7 x 0,9
			6 x 20	
P	3	630	10,5 x 10,5	3 x 1
			6 x 20	
R	3	630	10,5 x 10,5	2,5 x 0,8
S	3	630	6 x 20	2,5 x 0,8



Şekil 26: Test parçalarının kesim planı (Çizen: Ufuk AYDIN 2016).

- TS-EN 310 (1993). Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini.
- TS-EN 311 (2005). Ahşap Esaslı Levhalar, Yüzey Sağlamlığı Değerinin Tayini.
- TS-EN 312-1 (2005) Yonga Levhalar Bölüm 1: Bütün Levhaların Genel Özellikleri
- TS EN 317 (1999). Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini.
- TS EN 319 (1999). Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini.
- TS EN 320 (1999). Lif Levhaların-Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini.
- TS-EN 322 (1999). Ahşap Levhalar, Rutubet Miktarının Tayini.
- TS-EN 323-1 (1999). Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütleinin Tayini.
- TS-EN 326-1 (1999). Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi.

2.3.2 Fiziksel Özelliklerin Tayini

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri, rutubet, 2 saatte su alma ve kalınlığına şişme değerleri, yüzey absorpsiyonu (toluen) ve parlaklık tayini Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisi Laboratuvarında yapılmıştır

2.3.2.1 Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi

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

Örneklerin yoğunlukları aşağıdaki Eşitlik 1'e göre hesaplanmıştır.

$$\delta = \frac{M_o}{V} \quad (1)$$

Burada:

δ : Yoğunluk (gr/cm³)

M_o : Deney örneğinin tam kuru ağırlığı (gr)

V : Deney örneğinin tam kuru hacmi (cm³)

2.3.2.2 Rutubet Miktarının Belirlenmesi

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

6 saat ara ile yapılan tartımlarda birbirini izleyen iki tartım arasında ağırlık farkının, deney parçası ağırlıklarının 0.01'den fazla olmaması durumuna geldiğinde, bu ağırlık değişmez ağırlık olarak kabul edilmiştir.

Her deney parçası kurutma fırınından çıkarılarak desikatörde soğutulduktan sonra 0.01 gram hassasiyetle terazide ve %0.1'den daha fazla rutubet artışını önleyecek çabuklukta tartılmıştır. TS EN 322'de belirtilen esaslara göre rutubet miktarı hesaplanmıştır (Eşitlik 2).

$$r = \frac{M_r - M_0}{M_0} \times 100 \quad (2)$$

Burada ;

r : Rutubet (%)

M_r : Deney parçasının numunenin alınması sırasındaki ağırlığı (g)

M_0 : Deney parçasının kurutmadan sonraki ağırlığı (g)

2.3.2.3 Su Alma Miktarı ve Kalınlığına Şişme Oranının (2 Saat) Belirlenmesi

Su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranının belirlenmesinde TS EN 317 standardında belirtilen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 5'er tane olmak üzere bir gruptan minimum 15 adet örnek kullanılmıştır. Örneklerin ağırlıkları hassas terazide (± 0.01) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla (± 0.1) ölçülmüştür ve deney örnekleri $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta temiz suya 2 saatlik süreyle su yüzeyinden 25 mm daha altta olmak üzere batırılmıştır. Deney örnekleri birbirine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan suyun içine bastırılmıştır. 2 saat sonra sudan dışarı alınıp bir bez ile fazla suyu alınmış ve bu durumdaki ağırlıkları hassas terazide (± 0.01) ve kalınlıkları ise dijital kumpasla (± 0.1) ölçülmüştür. Buna göre kalınlık artışı ve su alma miktarı Eşitlik 3 ve Eşitlik 4'e göre hesaplanmıştır.

$$KA = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100 \quad (3)$$

KA : Kalınlık Artışı Oranı (%)

k_1 : İlk ölçülen kalınlık (mm)

k_2 : Suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlık (mm)

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

Su Alma Oranı (%)

m_1 : İlk ölçülen ağırlık (g)

m_2 : Suda bekletildikten sonra ölçülen ağırlık (g)

2.3.2.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi

Deney Levhaları zımpara hattında zımparalanmıştır. Deney numunelerini her levhanın sol, orta ve sağından ($125 \times 700 \pm 3$ mm. ebadında) kesilerek destek üzerine yerleştirilmiştir. Tutucu üzerindeki pipet , deney numunesi yüzeyinden $1 \pm 0,1$ mm uzaklıkta ve 90° dik konumda bulundurularak pipetden 1 ml toluen deney numunesi yüzeyine zımparalama yönüne 90° açıyla 4 ± 1 sn içinde ve $20^\circ \text{C} \pm 2$ sıcaklıktaki hava ortamında boşaltılmıştır. Toluenin eğimli deney parçası yüzeyinden serbestçe akmasını sağlanarak, İki düzgün yüzeyi bulunan levhaların, her iki yüzeyi içinde deneyi tekrarlanarak toluenin sebep olduğu izin azami boyu, deney numunesi kenarlarına paralel bir çizgi boyunca hassasiyetle ölçülmüştür.

2.3.4 Mekanik Özelliklerin Tayini

Mekanik özellik olarak levhaların Eğilme Direncinin Belirlenmesi, Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi, Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi, Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi ve Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisleri Laboratuvarında yapılmıştır.

2.3.4.1 Eğilme Direncinin Belirlenmesi

Eğilme direnç değerlerinin tespit edilmesinde, TS EN 310 (1999)' a göre deneyler yapılmıştır. Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi işlemi ise TS EN 326-1 (1999)' e göre; deney parçaları dikdörtgen biçiminde olup, 50 mm genişliğinde ve uzunluk ise deney parçasının en kalınlığının 20 katı ± 50 mm en çok 1050 mm ve en az 150 mm olacak şekilde ve mm yaklaşımla ayarlanmıştır. Örnekler istenilen boyutlarda kesildikten

sonra TS EN 325 (1999)' e uygun olarak; kalınlık, köşelerin kesişme noktasından, genişlik ise uzunluğun ortasından mikrometre ile ölçülmüştür. 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 “yük deformasyon” diyagramı çizilmiştir. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçülerek kaydedilmiştir (Eşitlik 5).

$$F = \frac{3 \times F_{\max} \times L}{2a \times b^2} \quad (5)$$

Burada ;

F : Eğilme direnç değeri (N/mm²)

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

L : Dayanak açıklığı (mm)

a : Örnek genişliği (mm)

b : Örnek kalınlığı (mm)

2.3.4.2 Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi

Eğilmede Elastikiyet Modülü TS EN 310 (1999)' a göre belirlenmiştir. Eğilme direncindeki aynı örnekler üzerinden ölçme aletiyle eğilme direnci yapılırken eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyette ölçülür (Eşitlik 6).

$$E = \frac{P \times L^3}{4a \times b^3 \times f} \quad (6)$$

Burada ;

E : Eğilmedeki Elastikiyet Modülü (N/mm²)

P : Elastikiyet sınırı altında tatbik edilen yük (N)

L : Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

a : Örnek genişliği (mm)

b : Örnek kalınlığı (mm)

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

2.3.4.3 Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319 (1999)' a göre deney makinesinin kavrama çeneleri arasına yerleştirilen deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçecek özelliktedir. Numunelerin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1 (1999)' e uygun olarak yapılmış olup, kenar uzunluğu 50 ± 1 mm olan 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 hazır olan örnekler standartlara uygun şekilde hazırlanmış olan alüminyumdan hazırlanmış metal olan aparatlara sıcak silikon ile yapıştırılır. Yapıştırılan örnekler 45 dk. bekletilir. Deney parçalarının yüzeye dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 7'ye göre hesaplanmıştır.

$$F = \frac{F_{\max}}{A} \quad (7)$$

Burada;

F : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm²)

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

A : Örneğin enine kesit alanı (mm²)

2.3.4.4 Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi

Vida tutma kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla TS EN 13446 ve TS EN 320'de belirlenen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 75×75 mm boyutlarında 3'er tane olmak üzere bir gruptan minimum 9 adet örnek kullanılmıştır. Parçalar %65 ± 3 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanmış ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneye tabi tutulmuşlardır. Deneylerde vida anma boyutu 4,2 × 38 mm düşük karbon çelikli vidalar kullanılmıştır. Deney örneklerinde kenarlara pilot delikleri açılarak vidalama işlemi yapılmıştır. Örnekler levhaların hem yüzeyinde hem de kenarlarında test

edilmiştir. Kenarda vida girme derinliği 15 mm'dir. Deneylerde yükleme hızı 2-3 mm/dk uygulanmış olup ve vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (F) için; (Eşitlik 8),

$$F = \frac{F_{\max}}{d \times l_p} \quad (8)$$

Eşitliğinden yararlanılır.

F : Vidanın geri çekilmeye karşı gösterdiği direnç (N/mm²)

F_{max} : Kırılma anındaki kuvvet (N)

d : Vida çapı (mm)

l_p : Levhaya girme mesafesi (mm)

Her gruptan alınan deney parçaları için bulunan değerlerin aritmetik ortalaması alınarak münferit grupların F_{max} değerleri N/mm² cinsinden ifade edilmiştir.

2.3.4.5 Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi

Yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesi amacıyla TS EN 311'e göre deney numunelerinin boyutları belirlenmiş ve her bir levhadan 50×50 mm boyutlarında 6' şar tane olmak üzere bir gruptan minimum 18 adet örnek kullanılmıştır. Deney parçaları her bir levhadan toplamda 234 adet 50 x 50 x 18 mm ölçülerinde hazırlanmıştır. Parçalar % 65 ± 3 bağıl nem ve 20 ± 2 °C sıcaklık şartlarındaki iklimlendirme dolabında, değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlanmış ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deneye tabi tutulmuşlardır. Deneylerde Kesilen numuneler üzerine sıcak test aparatını ortalayarak, termoplastik tutkalını maksimum 0,3 gr. kullanarak yapıştırıldı. Numunelerin iyice soğuması beklenildi. Soğuyan numune üzerinde, yapışan aparatın etrafına budak matkabı ile 0,3 ± 0,1 mm. derinliğinde freze açıldı. Test esnasında, kuvvet 60-90 saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Test sonucu birimi N/mm² olarak yazıldı.

BÖLÜM III

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Taslak Rutubet Değişimi Etkilerine Ait Bulgular

Yonga Levhalarda taslak rutubet değişiminin etkilerini gösteren sonuç bulguları Tablo 6’ da verilmiştir.

Tablo 6: Orta tabaka ve yüzey tabaka rutubet değişiminin yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklere etkisine ait ortalama ve standart sapma bulguları.

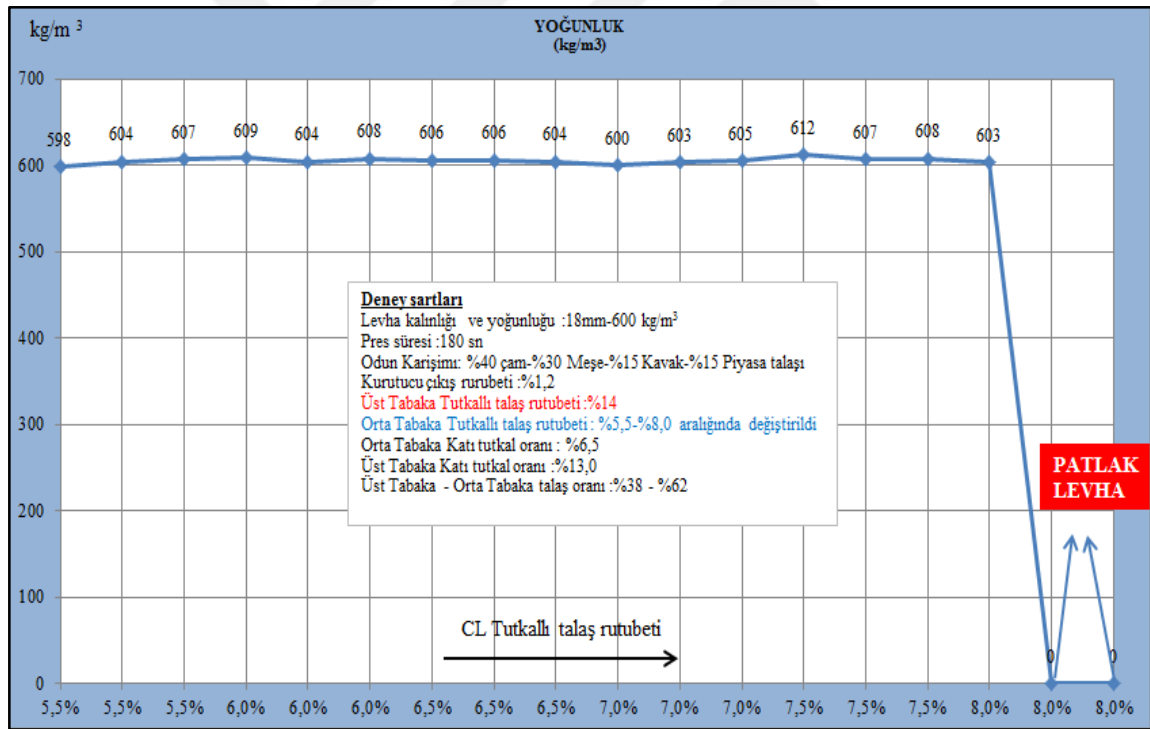
ORTA TABAKA TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMİ TEST SONUÇLARI												
ORTA TABAKA RUTUBETİ (%)	ORTALAMA VE STD.SAPMA	ÇEKME MUK. (N/mm2)	EĞİLME MUK. (N/mm2)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm2)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (N/mm2)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm2)	YOĞUNLUK (kg/m3)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUEN ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
5,5	ORTALAMA	0,34	11,83	2140,67	526,67	0,94	603,00	5,73	14,20	83,23	465,00	461,67
	STD.SAPMA	0,02	0,15	61,85	20,82	0,03	4,58	0,12	0,17	1,66	5,00	5,77
6	ORTALAMA	0,39	12,83	2315,00	623,67	1,13	607,00	6,00	13,23	80,97	456,67	448,33
	STD.SAPMA	0,02	0,15	7,00	8,08	0,02	2,65	0,10	0,25	0,25	2,89	7,64
6,5	ORTALAMA	0,44	13,13	2424,67	630,67	1,08	605,33	6,23	12,37	76,53	461,67	460,00
	STD.SAPMA	0,01	0,29	36,68	10,02	0,02	1,15	0,12	0,12	1,14	7,64	0,00
7	ORTALAMA	0,34	12,00	2136,33	593,67	0,94	602,67	6,57	11,87	69,67	463,33	460,00
	STD.SAPMA	0,03	0,20	48,23	6,66	0,04	2,52	0,06	0,15	1,53	5,77	8,66
7,5	ORTALAMA	0,26	11,17	1972,33	514,33	0,80	609,00	7,60	13,40	79,00	461,67	466,67
	STD.SAPMA	0,02	0,12	57,62	4,04	0,03	2,65	0,10	0,53	2,00	7,64	11,55
8	ORTALAMA	0,04	3,03	503,33	70,00	0,23	201,00	8,27	5,17	29,33	151,67	153,33
	STD.SAPMA	0,07	5,25	871,80	121,24	0,40	348,14	0,15	8,95	50,81	262,69	265,58
ALT-ÜST TABAKA TASLAK RUTUBET DEĞİŞİMİ TEST SONUÇLARI												
YÜZEY TABAKA RUTUBETİ (%)	ORTALAMA VE STD.SAPMA	ÇEKME MUK. (N/mm2)	EĞİLME MUK. (N/mm2)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm2)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (N/mm2)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm2)	YOĞUNLUK (kg/m3)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUEN ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
12	ORTALAMA	0,35	11,27	2117,33	593,33	0,85	602,00	5,77	13,03	81,47	420,00	425,00
	STD.SAPMA	0,02	0,45	2,52	3,51	0,03	3,00	0,06	0,06	1,10	0,00	0,00
13	ORTALAMA	0,38	12,17	2219,33	612,33	1,01	607,67	6,00	12,80	80,00	436,67	438,33
	STD.SAPMA	0,02	0,25	6,66	2,52	0,04	5,51	0,10	0,10	0,20	5,77	2,89
14	ORTALAMA	0,41	12,70	2398,00	633,00	1,12	605,33	6,40	12,43	76,60	460,00	466,67
	STD.SAPMA	0,01	0,53	41,62	5,29	0,03	4,73	0,17	0,06	0,53	5,00	5,77
15	ORTALAMA	0,38	12,83	2336,67	618,33	1,13	605,00	6,13	12,10	73,27	496,67	496,67
	STD.SAPMA	0,01	0,15	7,64	1,53	0,02	3,00	0,15	0,10	0,64	15,28	15,28
16	ORTALAMA	0,35	12,93	2161,00	592,00	1,03	600,33	6,73	12,73	78,00	556,67	565,00
	STD.SAPMA	0,01	0,15	4,58	2,65	0,02	2,52	0,25	0,25	0,80	2,89	8,66
17	ORTALAMA	0,17	6,87	986,00	277,33	0,55	401,67	7,67	9,50	55,17	413,33	411,67
	STD.SAPMA	0,15	6,18	854,39	240,21	0,48	347,85	0,12	8,26	47,83	357,96	356,59
18	ORTALAMA	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,97	0,00	0,00	0,00	0,00
	STD.SAPMA	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

3.2 Rutubet Değişiminin Levhaların Fiziksel Özelliklerine Etkisi

- Orta tabaka yonga taslak rutubet değişiminin levha test değerlerine etkisini gösteren ayrıntılı Tablosu EK A ‘ da sunulmuştur.
- Alt-Üst tabaka yonga taslak rutubet değişiminin levha test değerlerine etkisini gösteren ayrıntılı Tablosu EK B‘ de sunulmuştur.

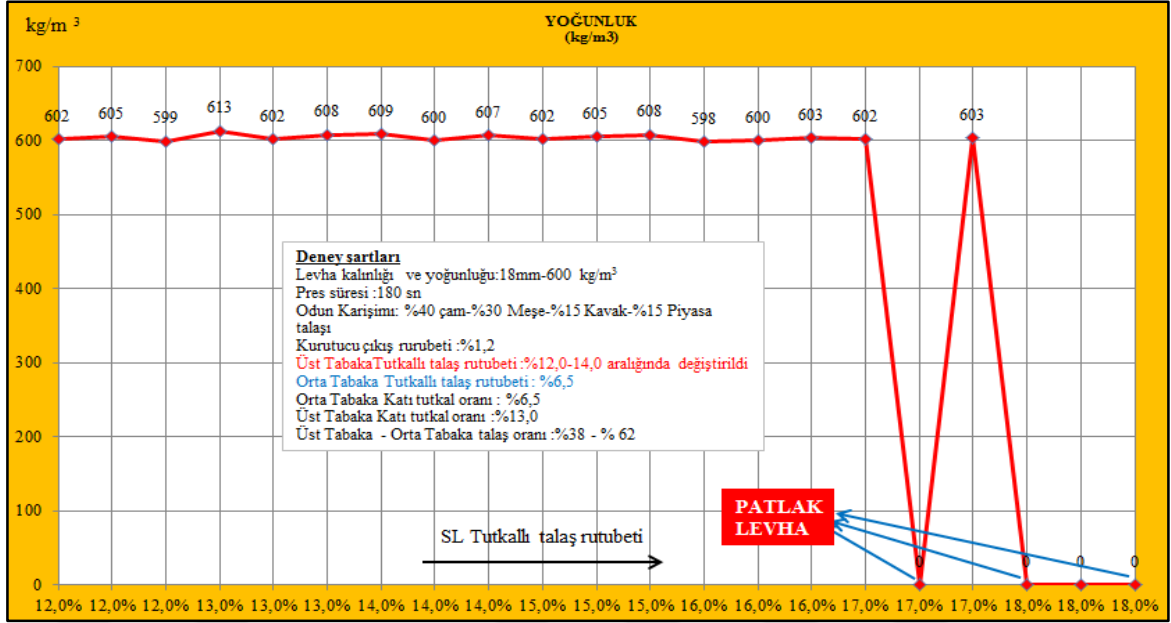
3.2.1 Özgül Kütle

Orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5 - %8,0 arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha yoğunluk değerlerine etkisi şekil 27’de görülmektedir. %8 rutubetindeki son iki test levhası sıcak pres çıkışında patlak olduğu için levha yoğunluk değeri ölçülememiştir.



Şekil 27: Orta tabaka rutubet değişiminin yoğunluk üzerine etkisi.

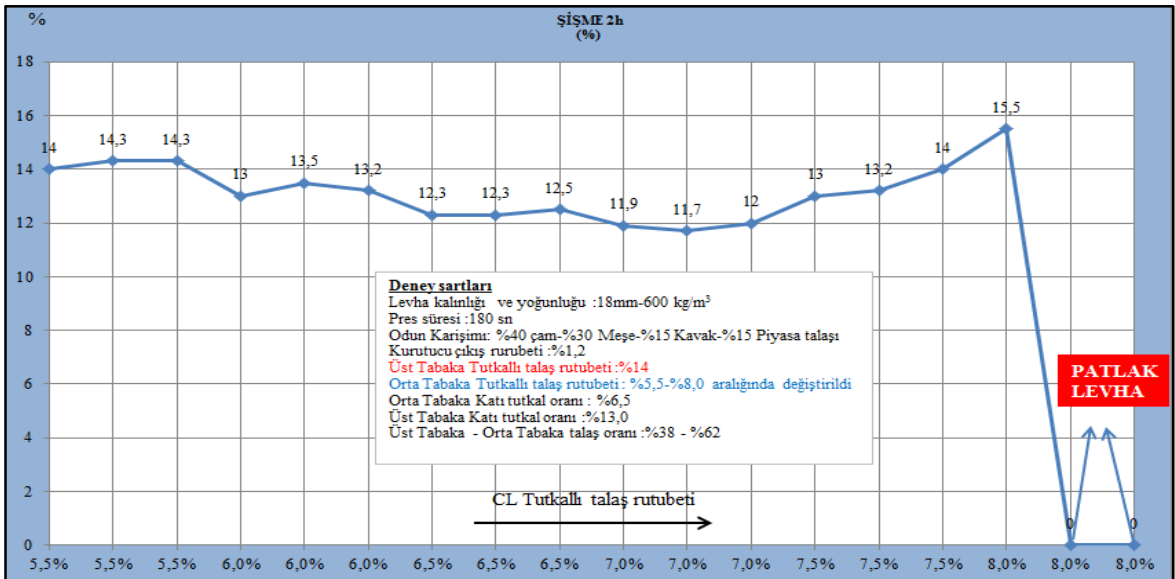
Şekil 28’ de alt-üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12 - %18 arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha yoğunluk değerleri görülmektedir. %17-18 rutubetindeki son levhalar sıcak pres çıkışında patlak olduğu için levha yoğunluk değeri ölçülememiştir.



Şekil 28:Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin yoğunluk üzerine etkisi.

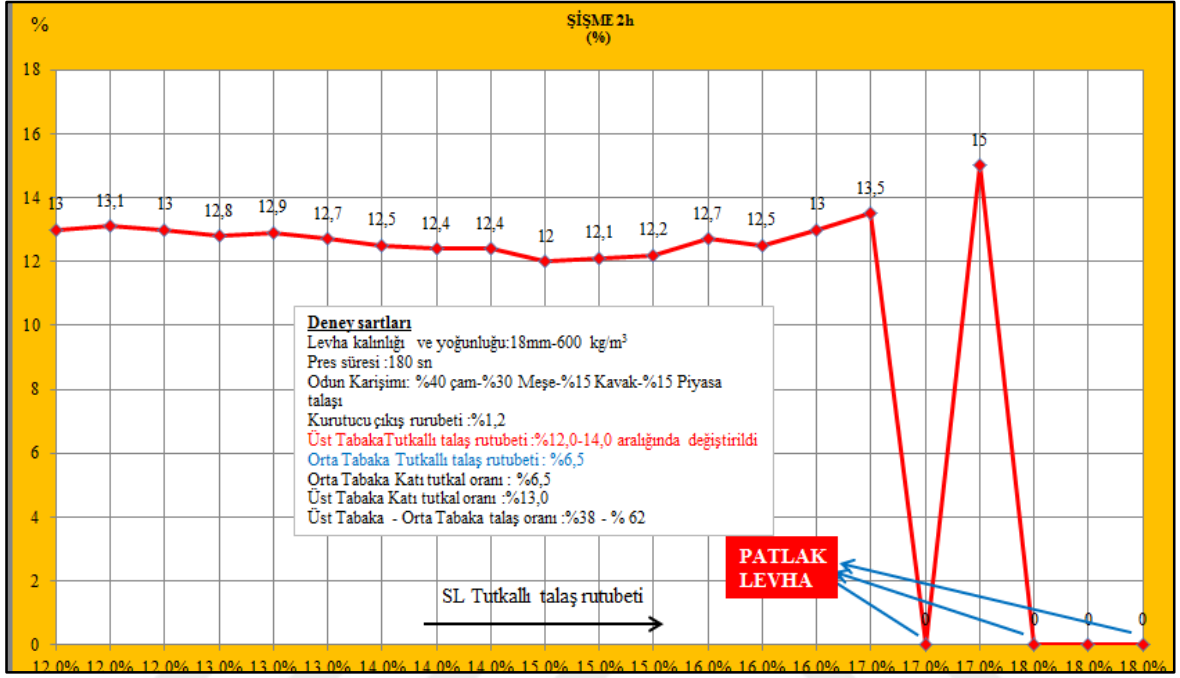
3.2.2 Su Alma ve Kalınlığına Şişme

Orta tabaka rutubet değişiminin 2 saat sonunda kalınlığına şişme üzerine etkisi Şekil 29'da görülmektedir. Orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5' ten % 7,0' ye kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda şişmenin azaldığı, %7,5 rutubetten itibaren %8,0 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda şişmenin arttığı, bazı durumlarda levha teşekkülü oluşmadığı görülmüştür.



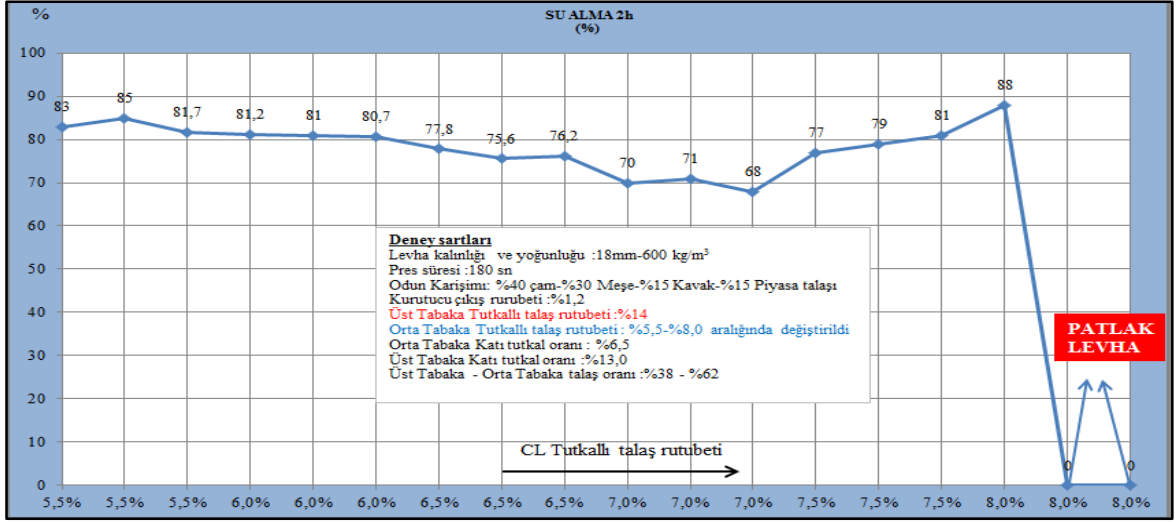
Şekil 29: Orta tabaka rutubet değişiminin 2 saat kalınlığa şişme üzerine etkisi.

Şekil 30' da üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12' den % 15' e kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda şişmenin azaldığı, %16 rutubetten itibaren %17 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda şişmenin arttığı, %17-18 alt-üst tabaka yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir.



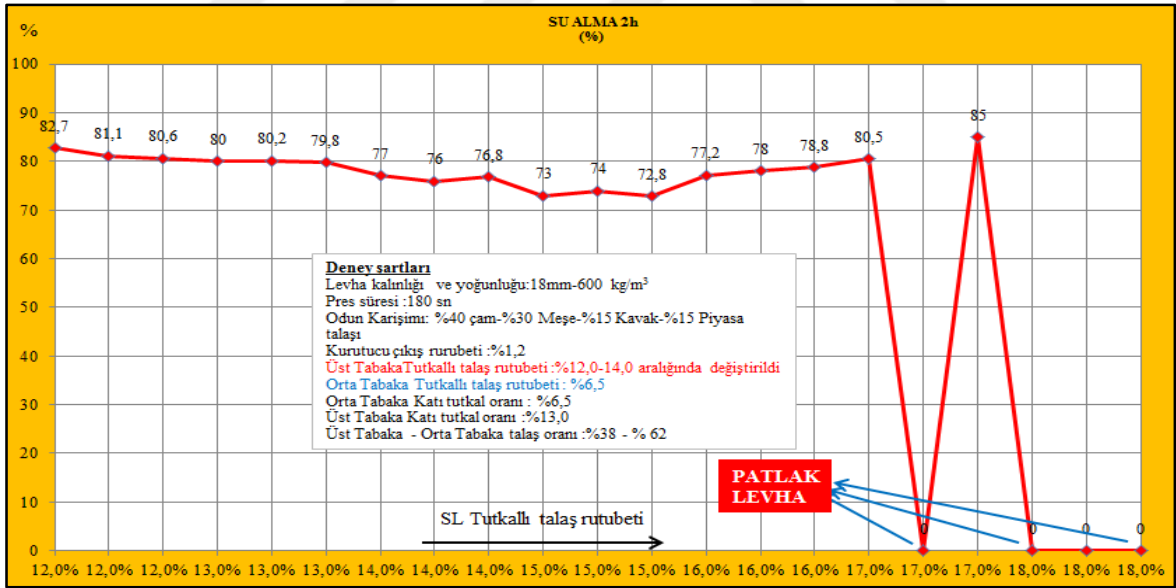
Şekil 30: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levhalarda 2 saat kalınlığa şişme üzerin etkisi.

Şekil 31'de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5' den % 7,0' a kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda su almanın azaldığı, %7,5 rutubetten itibaren %8,0 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda su almanın arttığı, hatta %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 31: Orta tabaka rutubet değişiminin levhalarda 2 saat su alma üzerine etkisi.

Şekil 32' de üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12' den % 15' e kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda su almanın azaldığı, %16 rutubetten itibaren %17 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda su almanın arttığı, hatta %17-18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir.

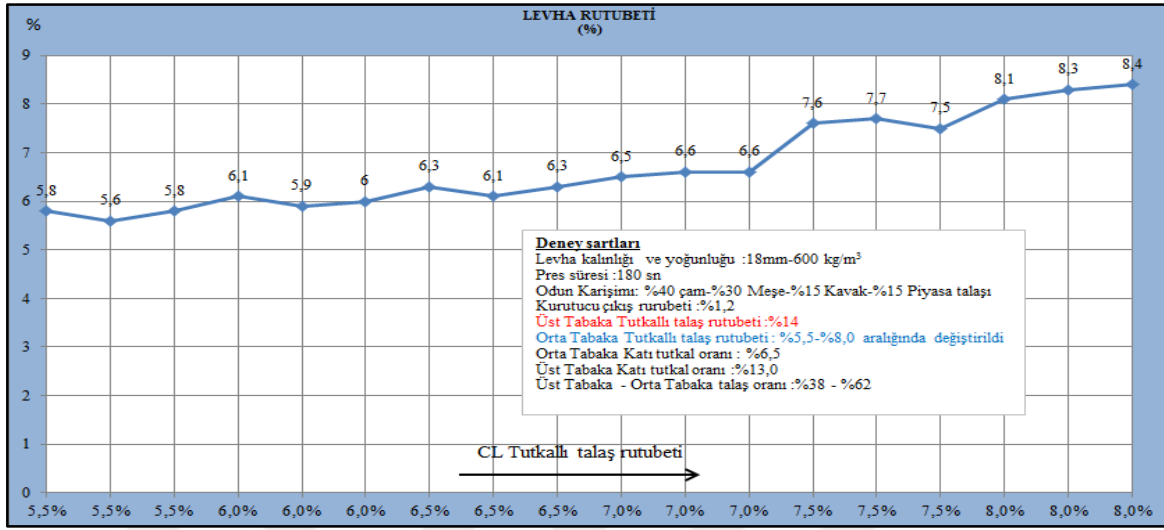


Şekil 32: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levhalarda su alma üzerine etkisi.

3.2.3 Rutubet

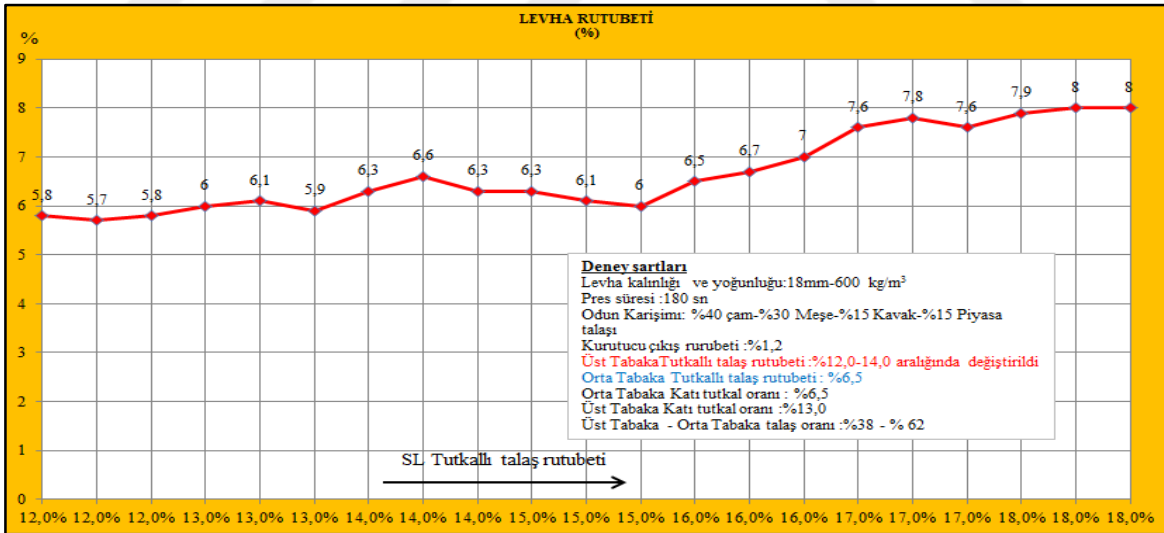
Orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5'ten % 8' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha rutubetlerinin %5,8 den %8,4' e yükseldiği tespit edilmiştir (Şekil 33). Levhaların

denge rutubetinin pres şartlarına bağlı olarak değiştiği ve değişimin taslak rutubetiyle ilişkisinin bilinmesi önemlidir.



Şekil 33: Orta tabaka rutubet değişiminin levha rutubeti üzerine etkisi.

Şekil 34’ de üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12,0’ den %18,0’ e kadar artmasıyla birlikte yonga levha rutubetlerinin %5,8’ den %8,0 yükseldiği belirlenmiştir.

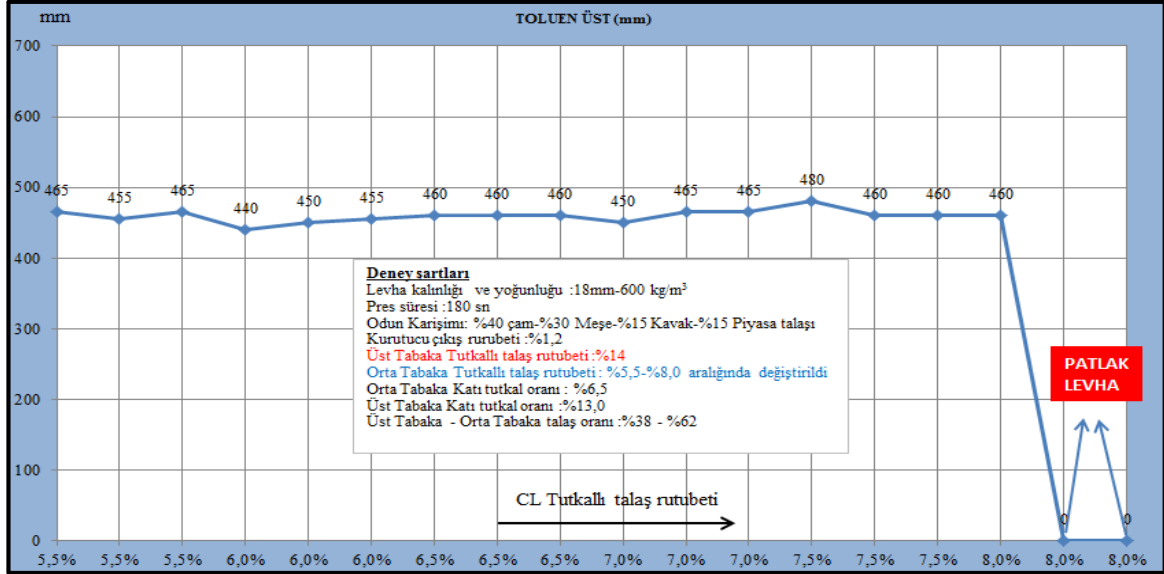


Şekil 34: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha rutubeti üzerine etkisi.

3.2.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen)

Şekil 35’ de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5 - % 8,0 arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha absorbsiyon değerleri görülmektedir.%8 rutubetindeki son iki

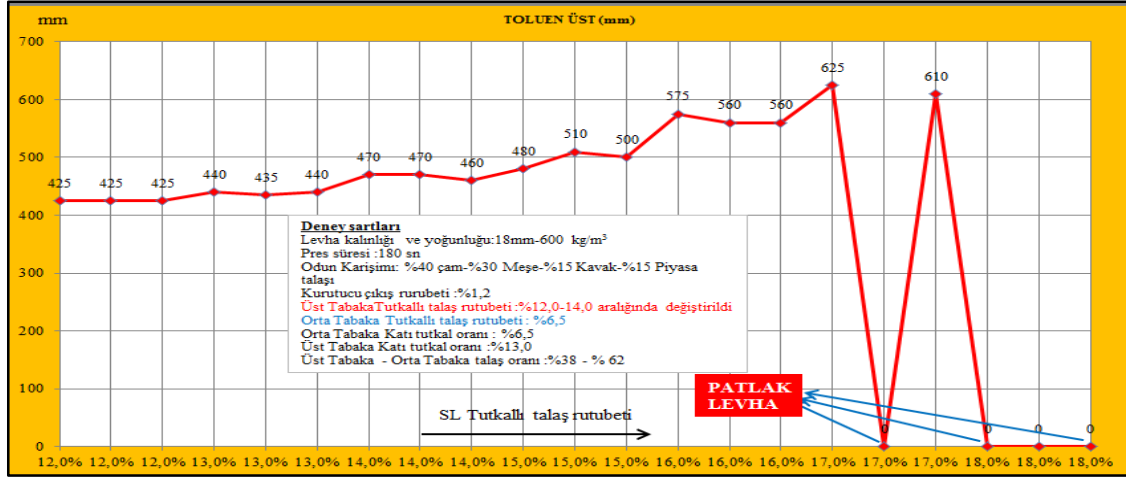
test levhası sıcak pres çıkışında patlak olduğu için levha absorbsiyon değeri ölçülememiştir. Buna göre; orta tabaka yonga rutubetindeki değişim levha yüzey absorbsiyon değerlerini etkilememiştir.



Şekil 35: Orta tabaka rutubet değişiminin levha yüzey absorbsiyonu üzerine etkisi.

Şekil 36’ da üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12,0 - %18,0 arasında değiştirilerek yapılan denemelerdeki levha absorbsiyon değerleri görülmektedir. %17 rutubetindeki ikinci deneme ve %18 rutubetindeki test levhaları sıcak pres çıkışında patlak olduğu için levha yüzey absorbsiyon değeri ölçülememiştir. Buna göre; yüzey yongalarının rutubet değerinin %17’ ye kadar artması ile yonga levhaların yüzey absorbsiyon değerlerinde artan yönde bir iyileşme olmaktadır.

% 3 rutubetteki dış tabaka yongalarından üretilen yonga levhalarda yüzey yoğunluğu 902.33 kg/m³, % 1 rutubetteki yongalardan üretilen levhalarda ise 889.33 kg/m³ olarak bulunmuştur. Dış tabakada kullanılan yonga rutubetinin % 1’ den % 3’e çıkarılması yüzey yoğunluğunu % 1.40 oranında artırırken, bu durum orta tabaka yoğunluğu üzerinde etkili olmamıştır. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; sıcak buharın ve basıncın etkisiyle dış tabaka yongaları dirençleri iyice azaldıkları için daha fazla sıkışmakta ve buna bağlı olarak da yüzey tabakalarının yoğunluğu artmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

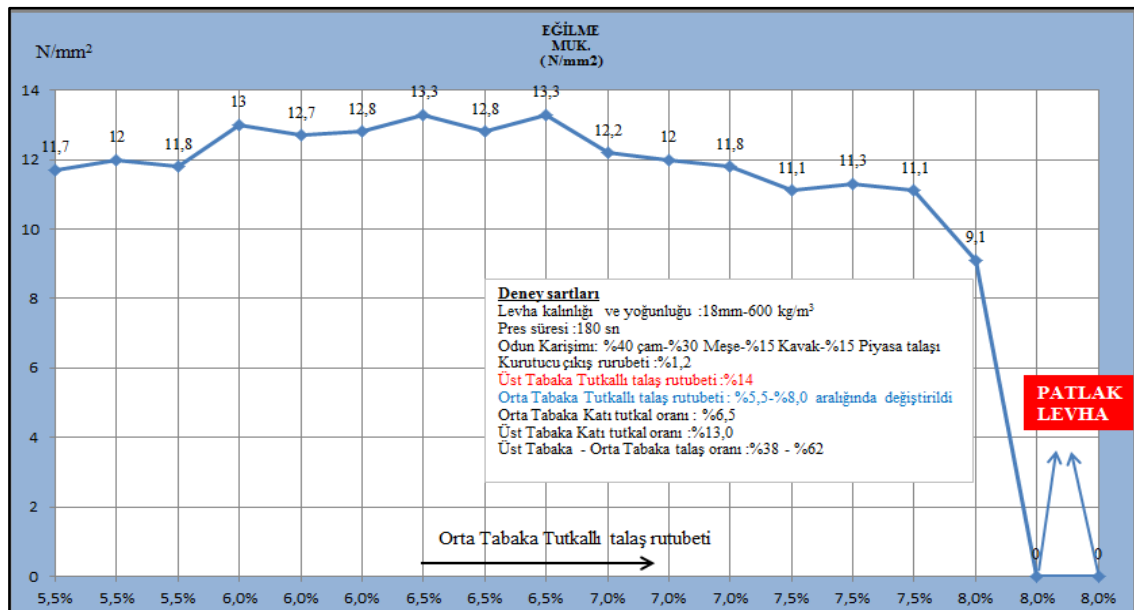


Şekil 36: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha yüzey absorpsiyonu üzerine etkisi.

3.3 Rutubet Değişiminin Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular

3.3.1 Eğilme Direnci

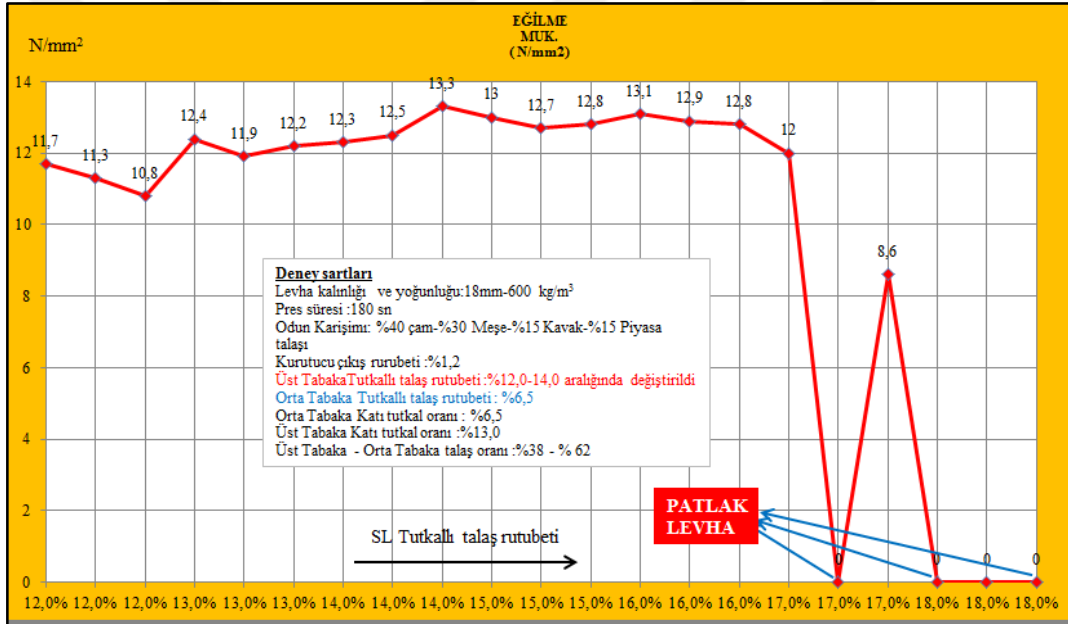
Şekil 37' de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5' ten %6,5' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha eğilme mukavemetinin arttığı, %7,0 rutubetten itibaren %8,0 rutubete gelindiğinde yonga levha eğilme mukavemetinin düştüğü, hatta %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)' e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilme mukavemeti ≥ 10 N/mm² olmalıdır.



Şekil 37: Orta tabaka rutubet değişiminin levha eğilme direnci üzerine etkisi.

Şekil 38’ de üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12’ den %16’ ya kadar artmasıyla birlikte yonga levha eğilme mukavemetinin arttığı, %17 rutubetten itibaren %18 rutubete gelindiğinde yonga levha eğilme mukavemetinin düştüğü, hatta %17-18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’ e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilme mukavemeti ≥ 10 N/mm² olmalıdır.

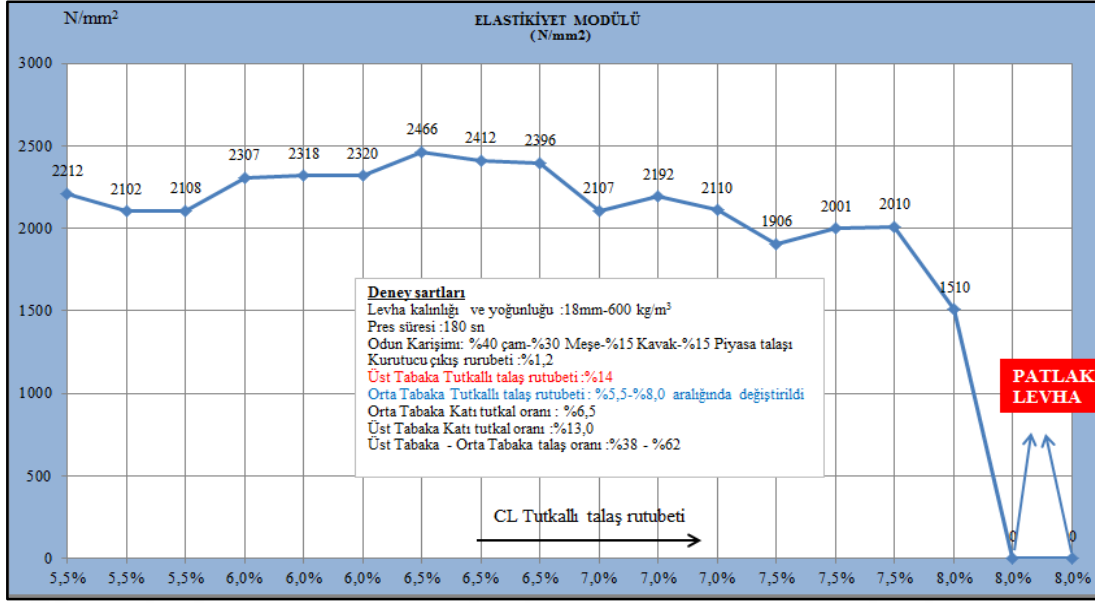
Presleme işleminde önce yonga keçesinin toplam rutubeti %15-16’ nın üzerinde olduğu takdirde özgül ağırlığı 650 kg/m³ olan levhaların imalinde kısa bir presleme süresinde rutubet, yonga paketinin içerisinden buharlanmaz. Bu durum sadece direnç özelliğinin düşmesine değil aynı zamanda levhanın orta yerinden patlamasına neden olur (Huş, 1979).



Şekil 38: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha eğilme direnci üzerine etkisi.

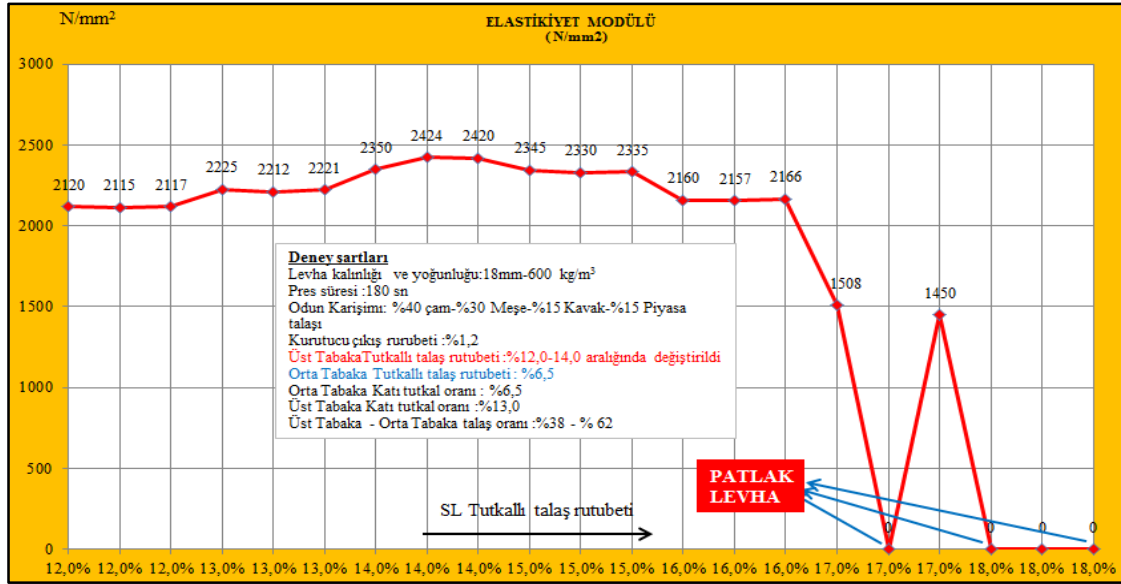
3.3.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü

Şekil 39’ da orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5’ ten % 6,5’ e kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda eğilmede elastikiyet modülünün arttığı, %7,0 rutubetten itibaren %8,0 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda elastikiyet modülünün azaldığı, hatta %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilmede elastikiyet mukavemeti ≥ 1600 N/mm² olmalıdır.



Şekil 39: Orta tabaka rutubet değişiminin levha elastikiyet modülü üzerine etkisi.

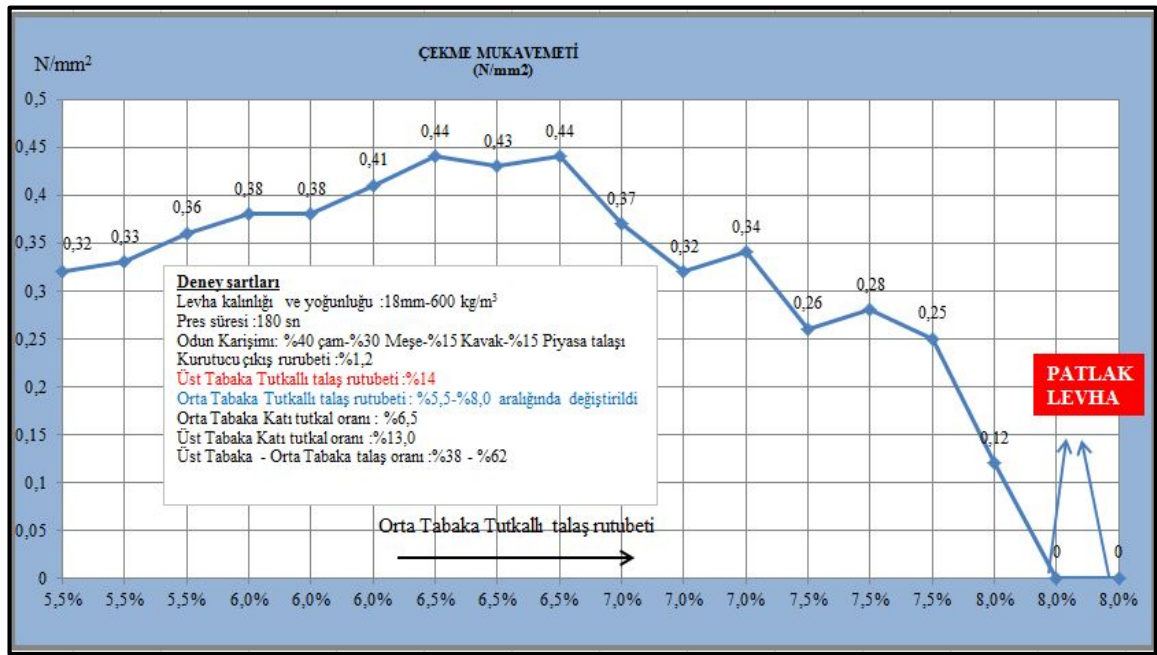
Şekil 40' da üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12' den %15' e kadar artmasıyla birlikte yonga levhalarda eğilmede elastikiyet modülünün arttığı, %16 rutubetten itibaren % 18 rutubete gelindiğinde yonga levhalarda elastikiyet modülünün azaldığı, hatta %18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilmede elastikiyet mukavemeti ≥ 1600 N/mm² olmalıdır.



Şekil 40: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha elastikiyet modülü üzerine etkisi.

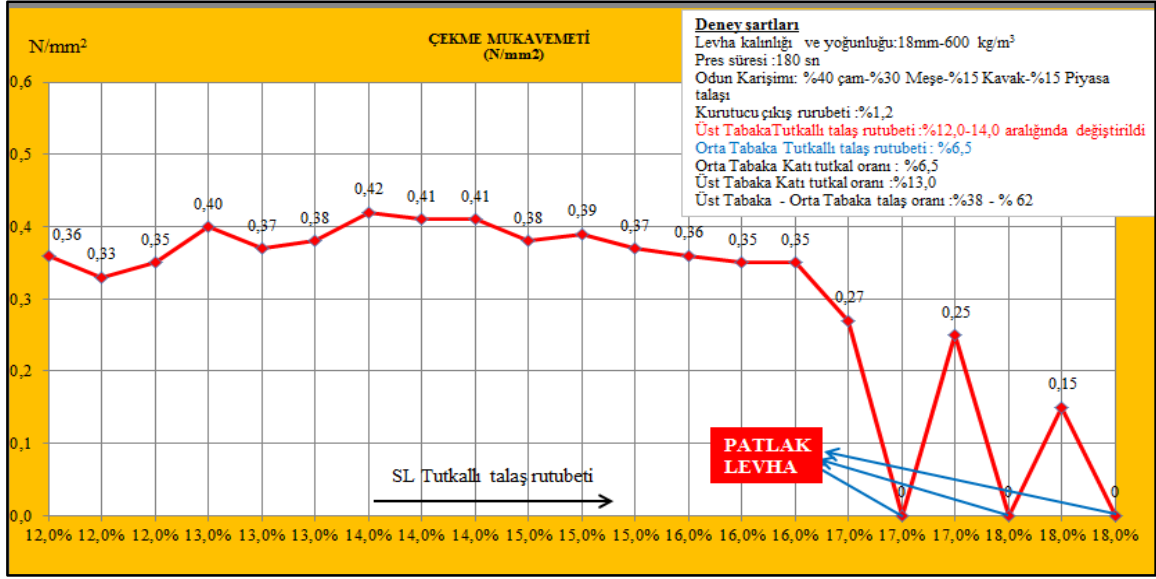
3.3.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Şekil 41’ de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5' ten % 6,5' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha çekme mukavemetinin arttığı, %7,0 rutubetten itibaren %8,0 rutubete gelindiğinde yonga levha çekme mukavemetinin düştüğü ve %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzeye dik çekme mukavemeti $\geq 0,24$ N/mm² olmalıdır.



Şekil 41:Orta tabaka rutubet değişiminin levha yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

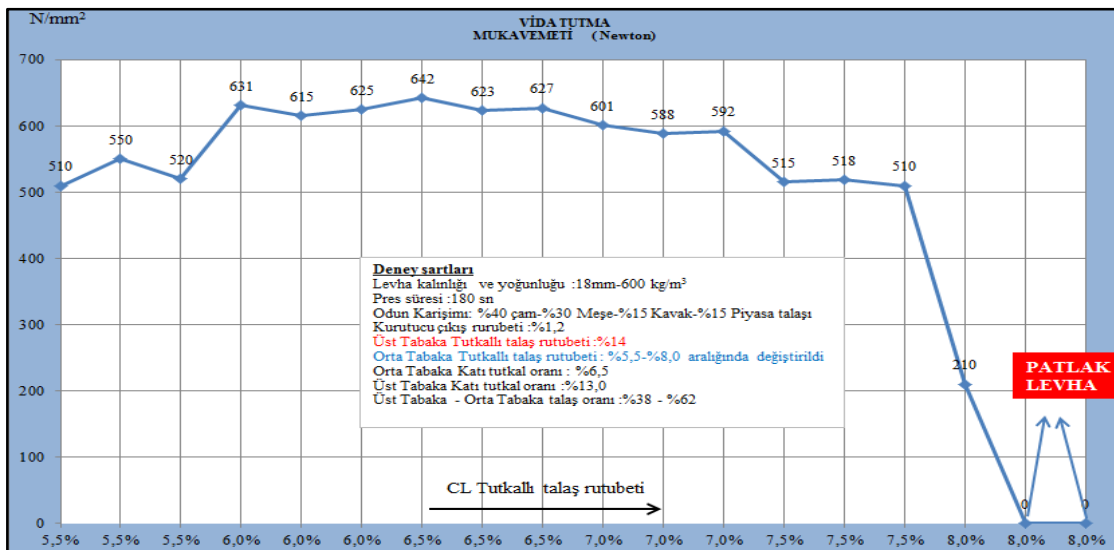
Şekil 42’ de ise üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12' den % 14' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha çekme mukavemetinin arttığı, en iyi koşulların %14 rutubetinde sağlandığı, %17 rutubetin üzerinde yonga levha çekme mukavemetinin düştüğü, hatta %17-18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzeye dik çekme mukavemeti mukavemeti $\geq 0,24$ N/mm² olmalıdır.



Şekil 42: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

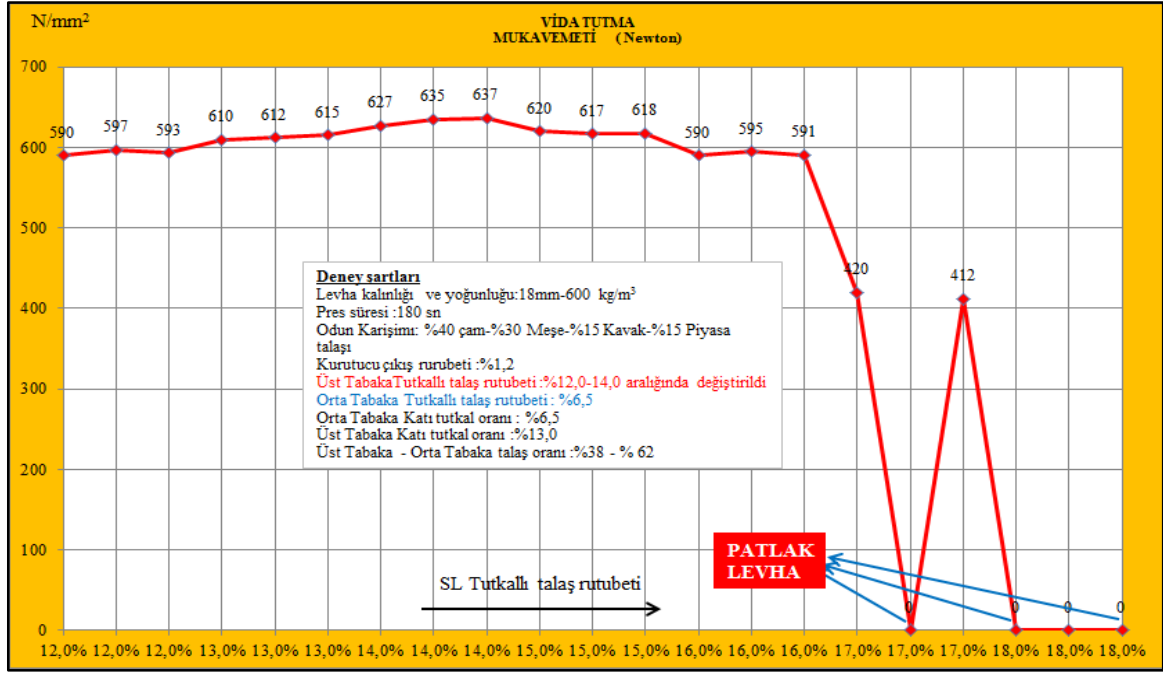
3.3.4 Vida Tutma Direnci

Şekil 43' de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5' ten % 6,5' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha vida tutma mukavemetinin arttığı, en iyi sonuçların %6-6,5 rutubetlerde meydana geldiği görülmüştür. %7,5 ve üzerindeki rutubette yonga levha vida mukavemetinin düştüğü, hatta %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda vida tutma direnci ≥ 450 N/mm² olmalıdır.



Şekil 43: Orta tabaka rutubet değişiminin levha vida tutma direnci üzerine etkisi.

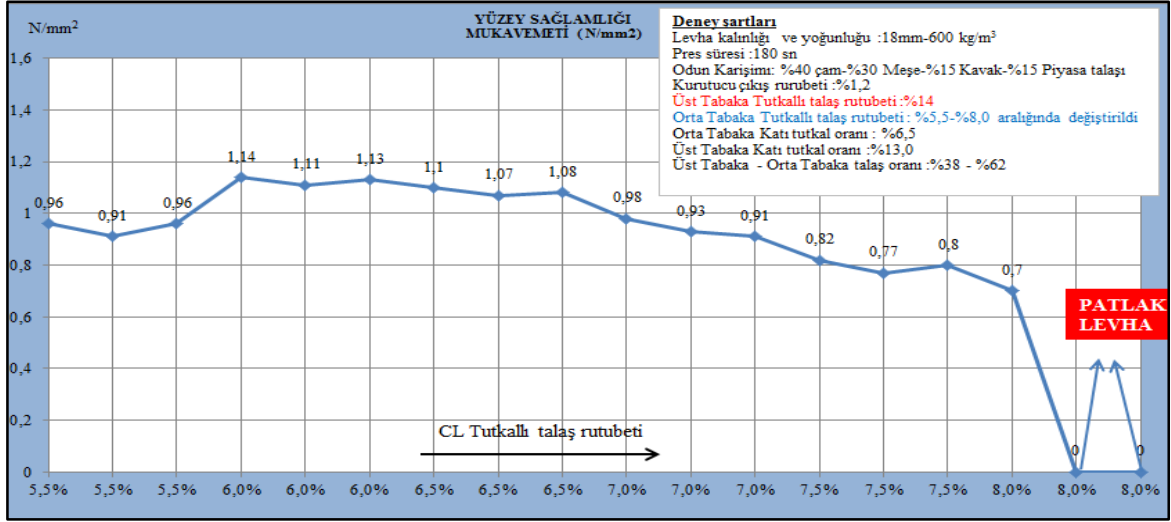
Şekil 44’ de üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12’ den % 14’ e kadar artmasıyla birlikte yonga levha vida tutma mukavemetinin arttığı, maksimum vida tutma mukavemetinin %14 rutubette görüldüğü, %16 rutubetin üzerinde yonga levha vida tutma mukavemetinin düştüğü, hatta %17-18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda vida tutma direnci $\geq 450 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.



Şekil 44: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha vida tutma direnci üzerine etkisi.

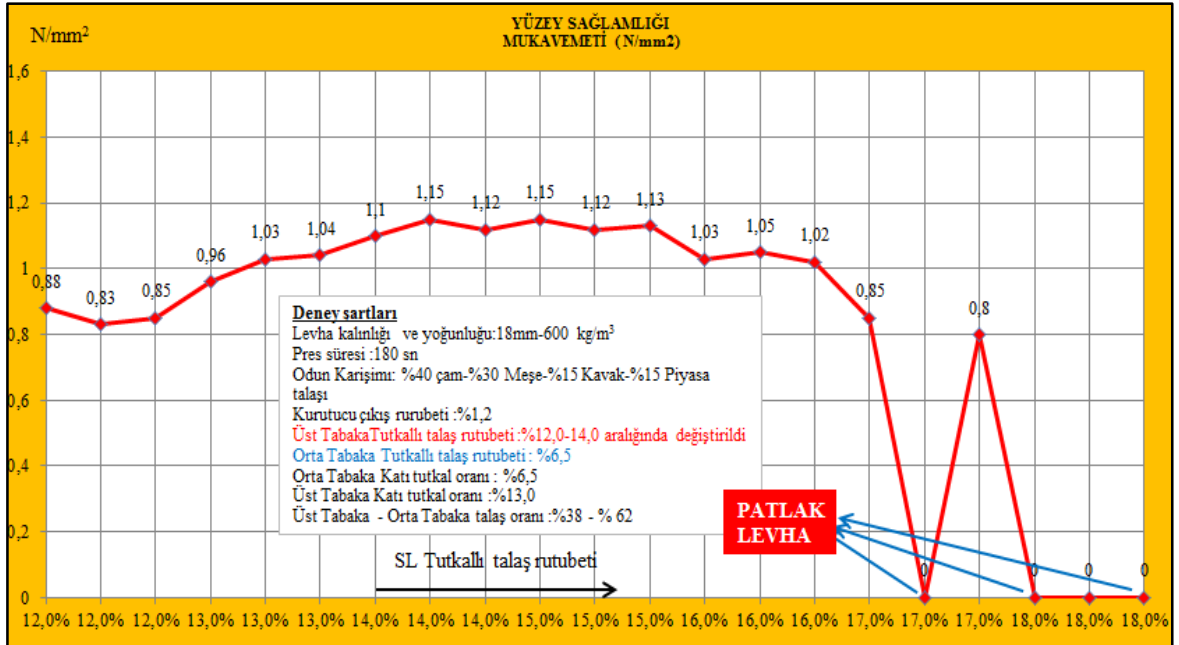
3.3.5 Yüzey Sağlamlığı Direnci

Şekil 45’ de orta tabaka yongalarının rutubet değerinin %5,5’ ten % 6,5’ a kadar artmasıyla birlikte yonga levha yüzey sağlamlığı mukavemetinin arttığı, maksimum yüzey sağlamlığı değerlerinin %6 rutubette sağlandığı görülmüştür. %7,0 rutubettin üzerinde yonga levha yüzey sağlamlığı mukavemetinin düştüğü, hatta %8,0 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzey sağlamlığı direnci $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.



Şekil 45: Orta tabaka rutubet değişiminin levha yüzey sağlamlığı direnci üzerine etkisi.

Şekil 46' da üst tabaka yongalarının rutubet değerinin %12' den % 15' e kadar artmasıyla birlikte yonga levha yüzey sağlamlığı mukavemetinin arttığı, %16 rutubetin üzerinde yonga levha yüzey sağlamlığı mukavemetinin düştüğü, %17-18 yonga rutubetinde üretilen levhaların bazılarının oluşmadığı tespit edilmiştir. TS-EN 312-1 (2005)'e göre P1 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzey sağlamlığı direnci $\geq 0,8$ N/mm² olmalıdır.



Şekil 46: Alt-Üst tabaka rutubet değişiminin levha yüzey sağlamlığı direnci üzerine etkisi.

3.4 Yonga Geometrisi Değişiminin Etkilerine Ait Bulgular

Yonga Levhalarda yonga geometrisi değişiminin etkilerini gösteren sonuç bulguları Tablo 7’ de verilmiştir.

Tablo 7: Yonga geometrisi değişiminin yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklere etkisine ait ortalama ve standart sapma bulguları.

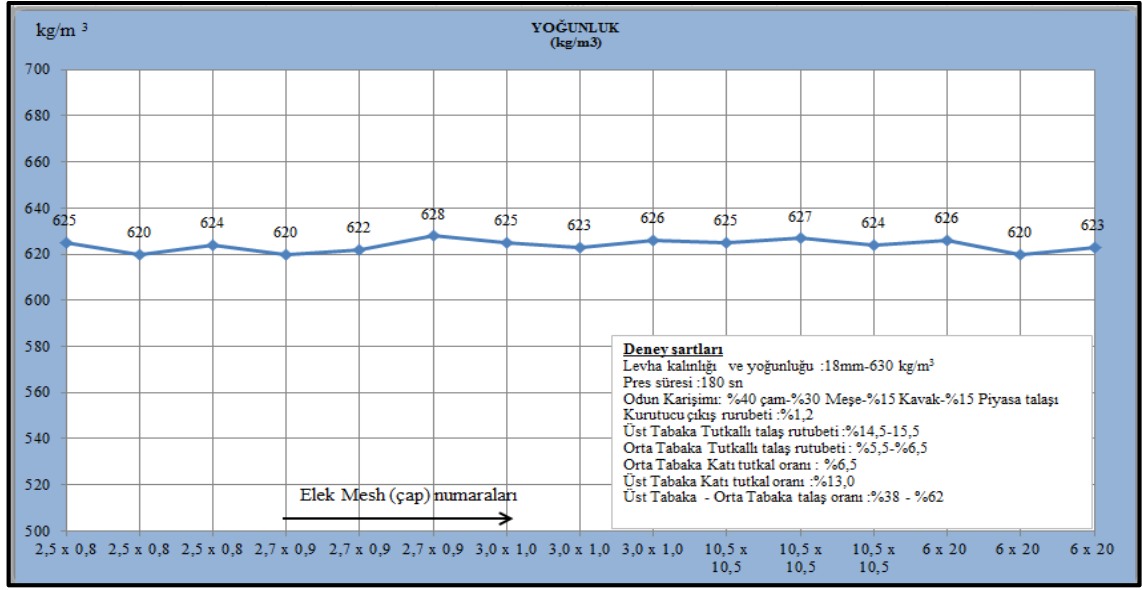
YONGA GEOMETRİSİ TEST SONUÇLARINA AİT ORTALAMA VE STD.SAPMALAR												
ELEK BOYUTU ve (mm)	ORTALAMA ve STD.SAPMA	ÇEKME MUK. (N/mm ²)	EĞİLME MUK. (N/mm ²)	ELASTİKİYE T MODÜLÜ (N/mm ²)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (N/mm ²)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm ²)	YOĞUNLUK (kg/m ³)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUEN ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
2,5x0,8	ORTALAMA	0,42	11,37	2281,00	719,67	0,96	621,00	6,13	18,70	86,47	534,67	548,00
	STD.SAPMA	0,01	0,38	51,29	33,17	0,02	2,65	0,15	0,10	2,36	30,60	25,51
2,7x0,9	ORTALAMA	0,43	11,70	2319,33	755,00	1,01	619,00	6,33	19,00	87,63	505,67	514,33
	STD.SAPMA	0,02	0,10	102,55	7,21	0,03	3,61	0,15	0,10	0,70	14,01	12,50
3,0x1,0	ORTALAMA	0,42	12,10	2430,00	773,33	1,10	624,67	6,43	19,27	91,03	490,00	500,00
	STD.SAPMA	0,02	0,20	35,93	6,81	0,04	4,51	0,06	0,15	1,10	10,00	10,00
10,5x10,5	ORTALAMA	0,44	12,60	2582,00	792,67	0,96	622,67	6,60	19,60	92,63	467,00	480,33
	STD.SAPMA	0,01	0,10	28,21	8,62	0,02	5,69	0,10	0,10	1,14	27,07	18,82
6,0x20	ORTALAMA	0,43	11,87	2393,00	725,33	1,01	617,67	6,40	18,97	87,70	483,33	496,67
	STD.SAPMA	0,01	0,15	67,95	13,50	0,01	1,53	0,10	0,06	0,95	5,77	11,55

3.5 Yonga Geometrisi Değişiminin Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Yonga geometrisi değişiminin levha test değerlerine etkisini gösteren ayrıntılı Tablo EK C’ de sunulmuştur.

3.5.1 Özgül Kütle

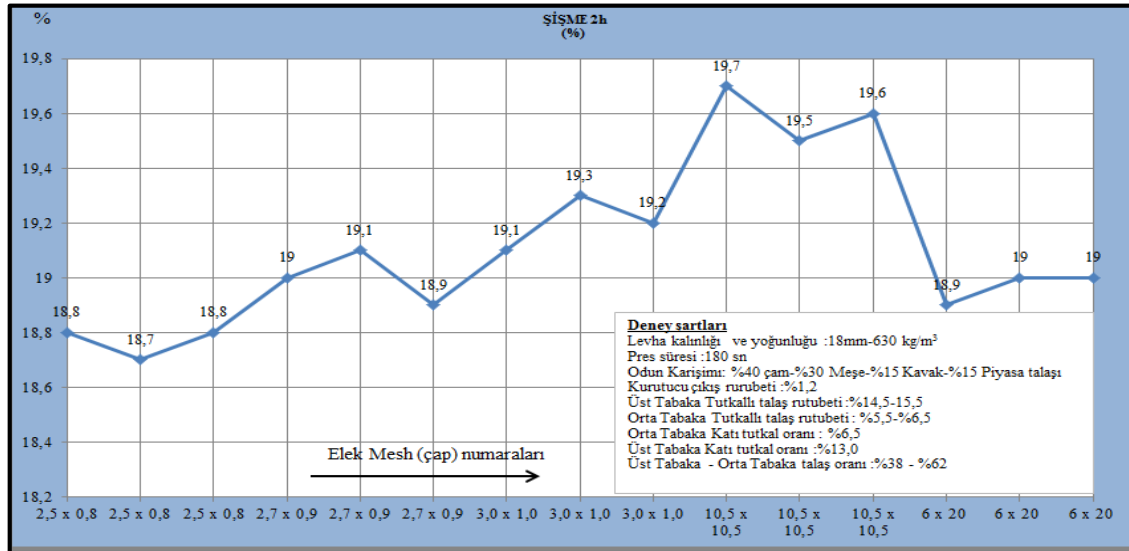
Şekil 47’ de yonga geometrisinin levha mukavemet değerlerine etkisinin tepkisi sırasındaki deney yoğunlukları görülmektedir.



Şekil 47: Yonga geometrisi değişiminin yoğunluk üzerine etkisi.

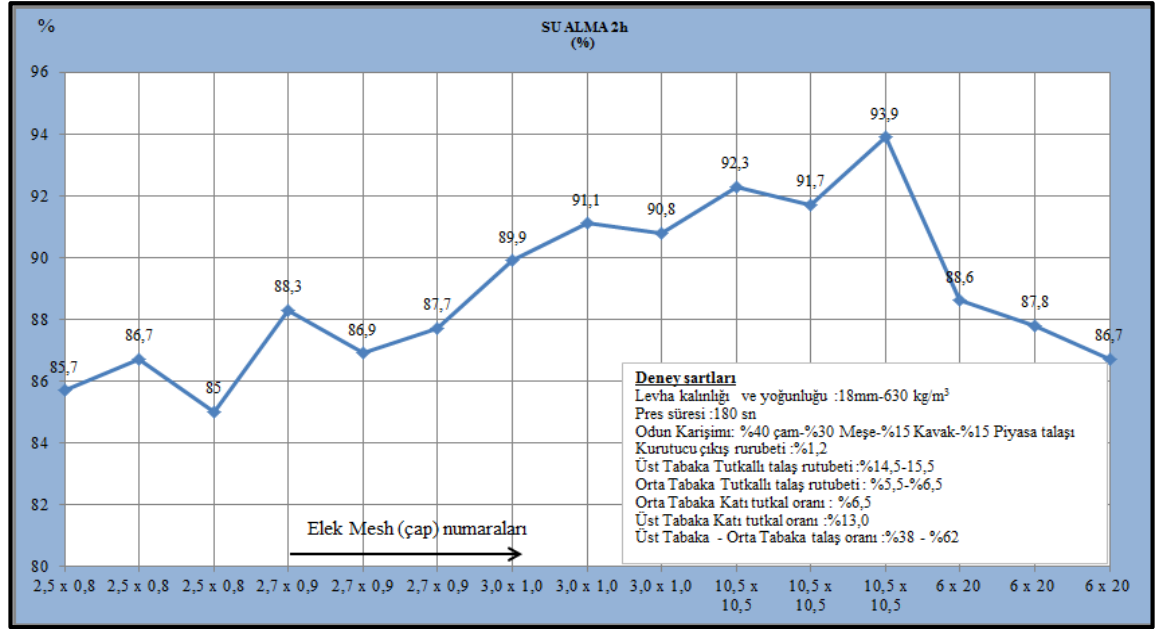
3.5.2 Su Alma ve Kalınlığa Şişme

Şişme mukavemeti, üst tabaka yonga elek boyutlarının 2,5 x 0,8 mm' den 3,0 x 1,0 mm' ye yükseltilmesiyle %2,4, orta tabaka yongası elek boyutlarının 6x20 mm' den 10,5x10,5 mm'ye yükseltilmesiyle ise % 3,2 oranında olumsuz etkilenmiştir. Şekil 48' de yonga geometrisi değişiminin 2 saat kalınlığa şişme üzerine etkisi görülmektedir.



Şekil 48: Yonga geometrisi değişiminin 2 saat kalınlığa şişme üzerine etkisi.

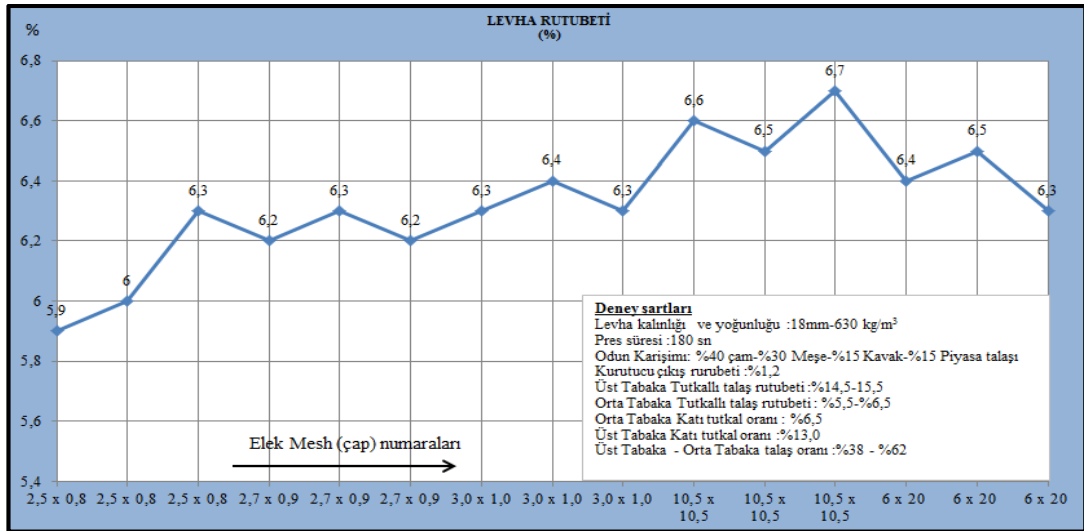
Şekil 49’ da ise su alma mukavemetinde, alt-üst tabaka yonga elek boyutlarının 2,5x0,8 mm’ den 3,0x1,0 mm’ ye yükseltilmesiyle %5,5, orta tabaka yongası elek boyutlarının 6x20 mm’ den 10,5x10,5 mm’ ye yükseltilmesi ile de % 5,6 oranında olumsuz yönde bir değişim olduğu saptanmıştır.



Şekil 49: Yonga geometrisi değişiminin 2 saat su alma üzerine etkisi.

3.5.3 Rutubet

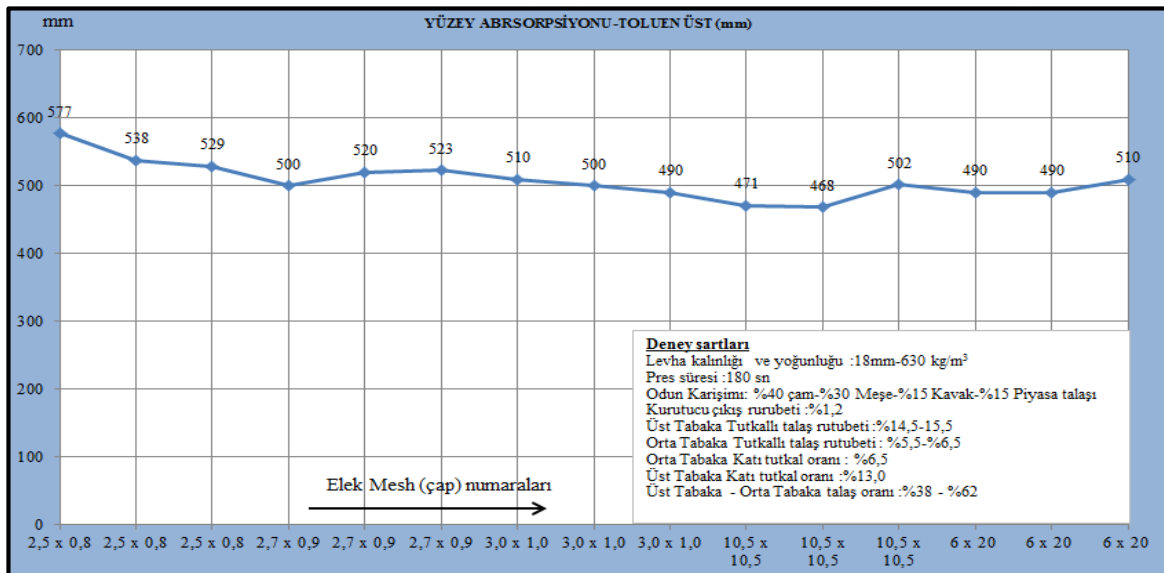
Şekil 50’ de görüldüğü gibi üst tabaka yonga elek boyutu 2,5x0,8 mm iken ortalama levha rutubeti %6 olup, üst tabaka elek boyutunun 2,7x0,9 ve 3,0x1,0 mm’ ye yükselmesi ile levha rutubeti ortalama % 6,3’ e yaklaşık %5’ lik bir artış göstermiştir. Bunun nedeni; kurutucuda ince yongaların daha fazla rutubet kaybetmesi, daha kaba yongaların ise ince yongalara göre kurutucudan daha rutubetli çıkmasıdır. Benzer sonuç orta tabaka yonga eleklerinde 6x20 mm elek yerine 10,5x10,5 mm elek kullanılmasında da saptanmıştır.10,5x10,5 mm orta tabaka yonga elekleri ile üretilen yonga levhaların rutubetleri ortalama %6,6 gelirken, 6x20 mm orta tabaka yonga eleği ile üretilen yonga levhaların rutubetleri %6,4’ e düşmüştür. Yine bunun nedeni; daha kaba yongaların kurutucudan ince yongalara göre daha az kuruyarak çıkmasındandır.



Şekil 50: Yonga geometrisi değişiminin levha rutubeti üzerine etkisi.

3.5.4 Yüzey Absorbsiyonu (Toluen)

Şekil 51' de 2,5x0,8 mm elek boyutu ile elde edilen üst tabaka yongalarıyla üretilen levhaların yüzey absorpsiyon değerinin en yüksek olduğu görülmektedir. Bunun sebebi; daha ince yongalarla daha iyi yüzey kapatıcılığı sağlanmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 51: Yonga geometrisi değişiminin levha yüzey absorpsiyonu üzerine etkisi.

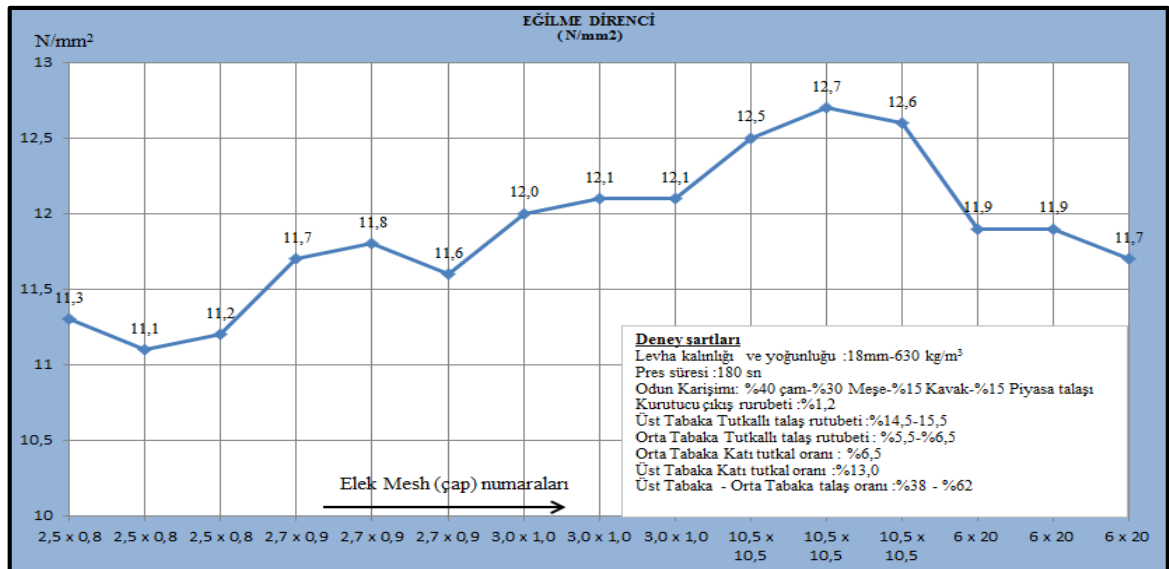
3.5 Yonga Geometrisi Değişiminin Levhaların Mekanik Özelliklerine Etkisi

3.5.1 Eğilme Direnci

Şekil 52' de üst tabaka yonga boyutunun 2,5 x 0,8 mm elekten, 2,7x0,9 mm elek boyutuna yükseltilmesi ile levha eğilme mukavemetlerinde 11,2 N/mm², den %11,7 N/mm²' ye yaklaşık %4,5' lik bir artış saptanmıştır. Üst tabaka elek boyutunun 2,7x0,9 mm' den 3,0x1,0 mm' ye yükseltilmesi ile ortalama 11,7 N/mm² olan eğilme mukavemetleri ortalama 12,1 N/mm² ye %3,4 artış göstermiştir. Orta tabaka yonga boyutlarının 10,5x10,5 mm boyutlarında çalışılması ile eğilme mukavemetleri ortalaması 12,6 N/mm² ye yükselmiştir. Orta tabaka yonga boyutlarının 6x20 mm eleklerle birlikte küçültülmesi ile eğilme mukavemeti ortalaması 12,6 N/mm² den 11,8 N/mm² ye %6,3 düşüş göstermiştir.

TS-EN 312-1 (2005)' e göre P2 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilme mukavemeti ≥ 11 N/mm² olmalıdır.

Yonga levhaların direnç ve boyut stabilitesini arttırmak için narinlik oranı yüksek olan uniform kalınlıktaki yongalar idealdir. Örnek olarak 15-25 mm uzunluk ve 0,25-0,38 mm kalınlığa sahip yongalarla mükemmel levha üretilebilir (Haygrenn ve Bowyer, 1985).



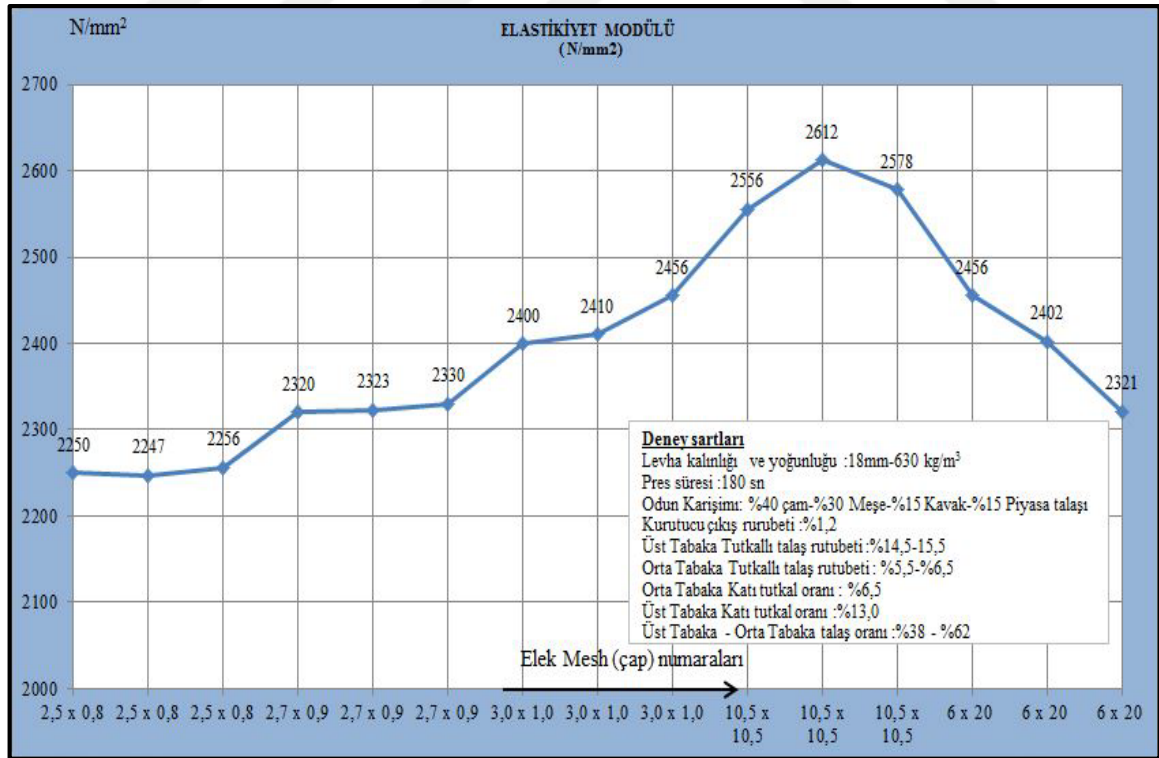
Şekil 52: Yonga geometrisi değişiminin levha eğilme direnci üzerine etkisi.

3.5.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü

Şekil 53' de görüldüğü gibi, üst tabaka yonga boyutunun 2,5x0,8 mm elekten, 2,7x0,9 mm elek boyutuna yükseltilmesi ile levha elastikiyet mukavemetlerinde 2251 N/mm²' den 2286 N/mm²' ye yaklaşık %1,5' lik bir artış saptanmıştır. Üst tabaka elek boyutunun 2,7x0,9 mm' den 3,0x1,0 mm' ye yükseltilmesi ile ortalama 2286 N/mm² olan elastikiyet mukavemetleri ortalama 2430 N/mm²' ye %6,3 artış göstermiştir. Orta tabaka yonga boyutlarının 10,5x10,5 mm boyutlarında çalışılması ile elastikiyet mukavemetleri ortalaması 2582 N/mm²' ye yükselmiştir. Orta tabaka yonga boyutlarının 6x20 mm eleklerle birlikte küçültülmesi ile elastikiyet mukavemeti ortalaması 2582 N/mm²' den 2393 N/mm²' ye %7,3 düşüş göstermiştir.

TS-EN 312-1 (2005)'e göre P2 sınıfı 18 mm yonga levhalarda eğilmede elastikiyet mukavemeti ≥ 1600 N/mm² olmalıdır.

Narinlik oranı (yonga uzunluk\ yonga kalınlık) 150 civarında olan yongalarla en iyi eğilme direnci ve elastik özelliklere sahip yonga levha elde edilir (Maloney, 1977).

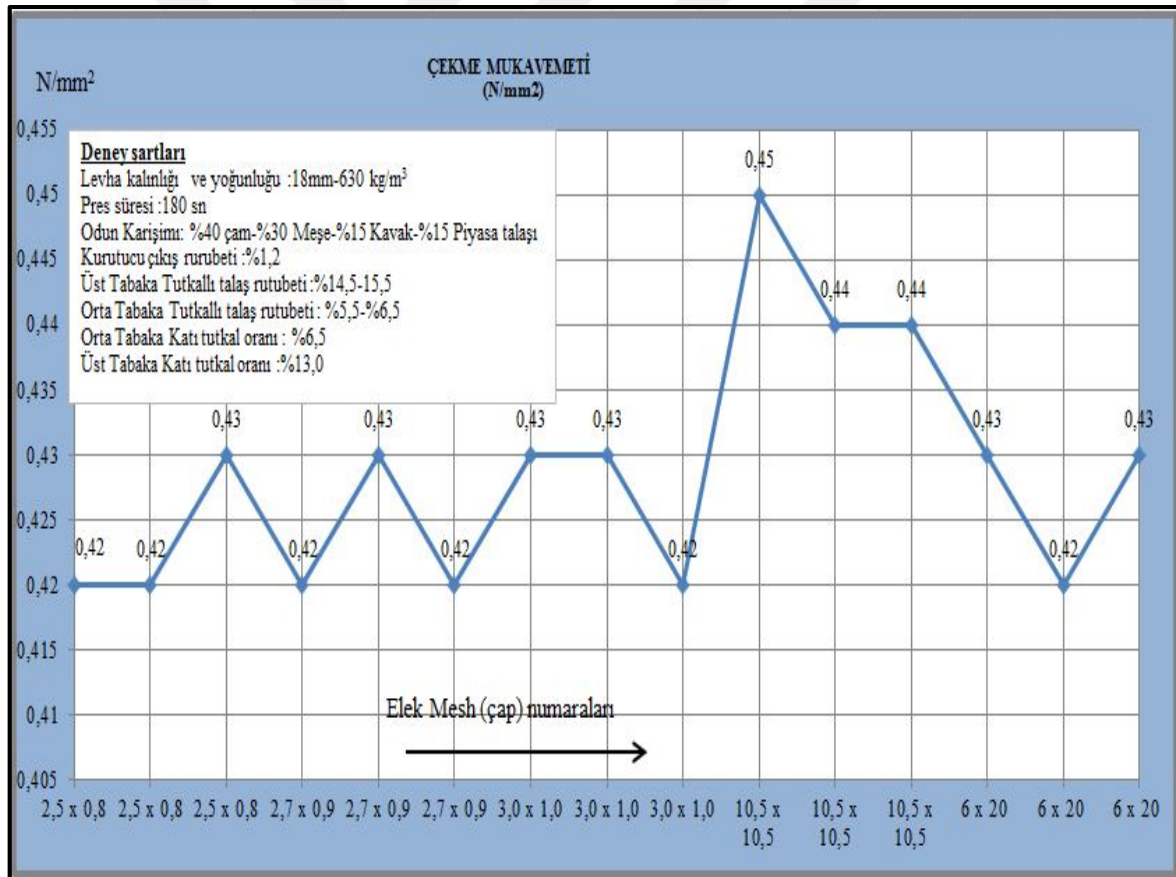


Şekil 53: Yonga geometrisi değişiminin levha elastikiyet modülü üzerine etkisi.

3.5.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Şekil 54' de elek değişimine bağlı olarak levha çekme mukavemetlerinin değişim grafiği görünmektedir. Buna göre; çekme mukavemetindeki belirgin değişiklik orta tabaka yongalarının boyutunun 10,5x10,5 mm elek ile büyütülmesiyle elde edilmiştir. Orta tabaka yongalarının boyutlarının 6x20 mm' den 10,5x10,5 mm ölçüsüne büyütülmesi ile çekme mukavemetlerinde ortalama %4 artış gerçekleşmiştir. Üst tabaka yonga boyutlarının 2,5x 0,8 mm' den 3,0x1,0 mm' ye yükseltilmesi ile çekme mukavemetlerinde belirgin bir değişim saptanmamıştır.

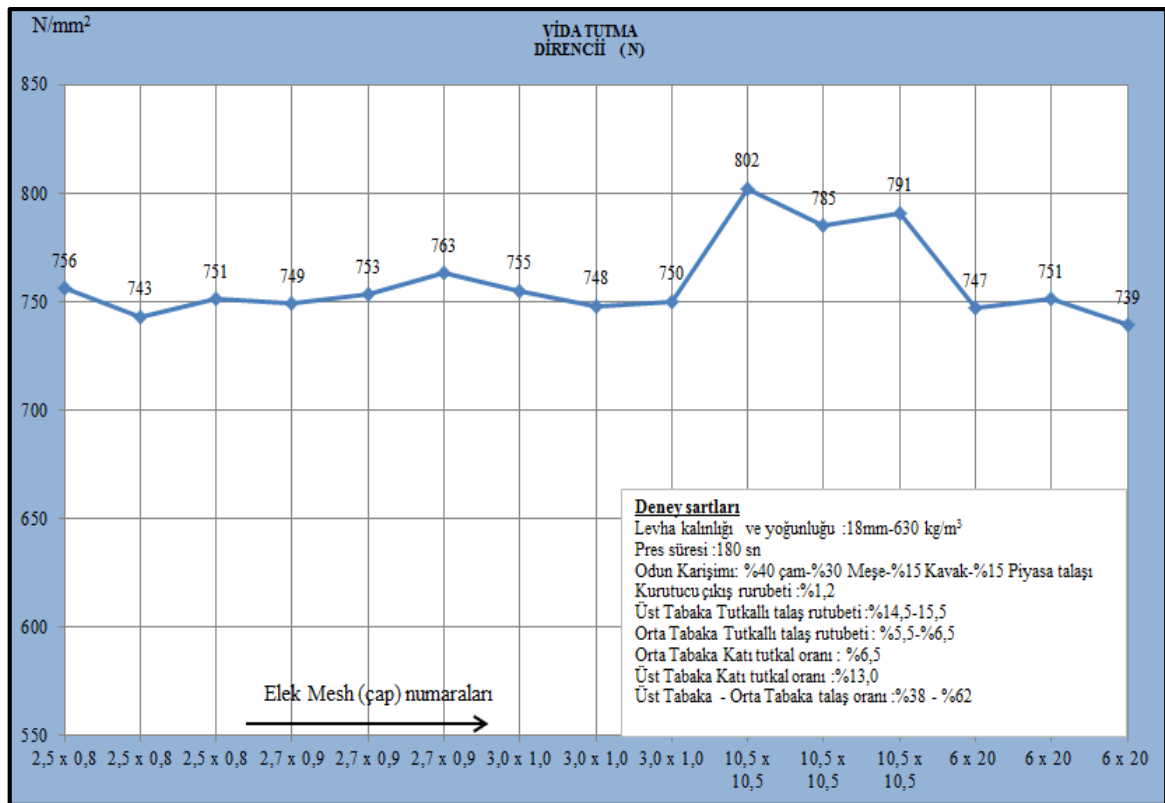
TS-EN 312-1 (2005)'e göre P2 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzeye dik çekme mukavemeti $\geq 0,35 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.



Şekil 54: Yonga geometrisi değişiminin levha yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi.

3.5.4 Vida Tutma Direnci

Şekil 55’ de üst tabaka elek boyutlarının değiştirilmesi ile levha vida tutma mukavemetlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Ancak orta tabaka yonga eleklerinin 10,5x10,5 mm' ye yükseltilmesi ile vida tutma mukavemeti ortalama 752 N/mm²’ den 792 N/mm²’ ye %5,3 artmıştır. Bunun nedeni; orta tabaka da kullanılan yonga boyutunun daha uzun ve ince olması vida tutma mukavemetini arttırmaktadır. TS-EN 312-1 (2005)’e göre P2 sınıfı 18 mm yonga levhalarda vida tutma direnci ≥ 450 N/mm² olmalıdır.

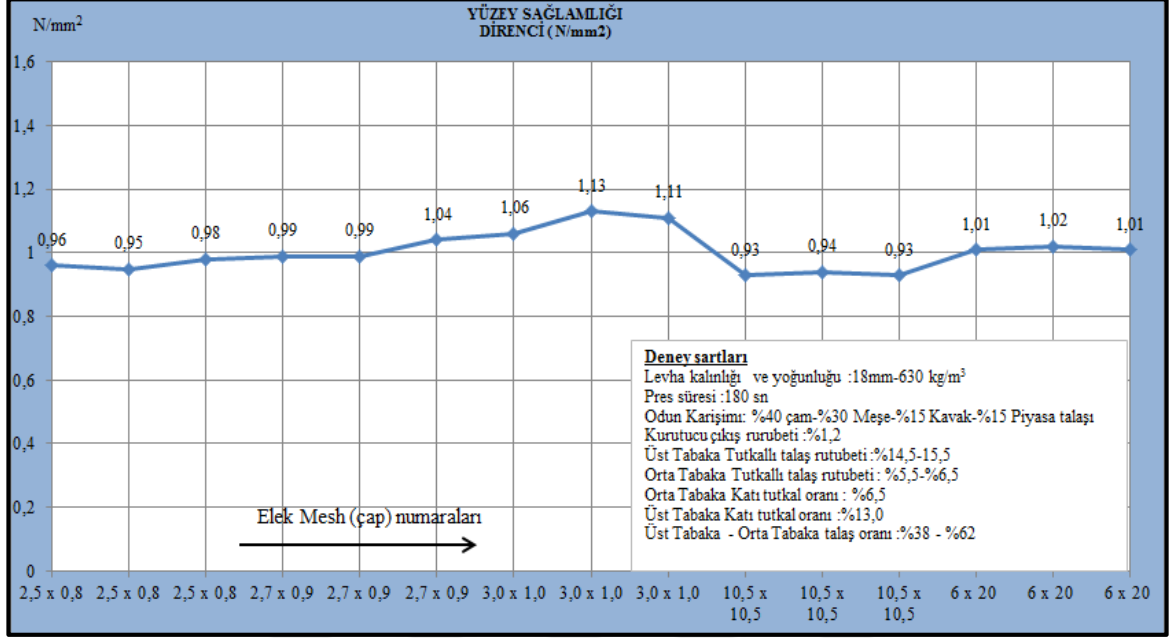


Şekil 55: Yonga geometrisi değişiminin levha vida tutma direnci üzerine etkisi.

3.5.5 Yüzey Sağlamlığı Direnci

Şekil 56’ da üst tabaka elek boyutlarının 2,5x0,8 mm' den 3,0x1,0 mm' ye artırılmasıyla birlikte yüzey sağlamlığı mukavemetlerinde ortalama %14,5 artış tespit edilmiştir. Orta tabaka eleklerinin 10,5x10,5 mm yapılması ile 6x20 mm eleklerle göre yüzey sağlamlığı mukavemeti % 8 düşmüştür. Orta tabaka yonga boyutları sabit kalmak kaydıyla üst tabaka yonga boyutları arttıkça yüzey sağlamlığı mukavemeti iyileşmektedir.

TS-EN 312-1 (2005)'e göre P2 sınıfı 18 mm yonga levhalarda yüzey sağlamlığı direnci $\geq 0,8 \text{ N/mm}^2$ olmalıdır.



Şekil 56: Yonga geometrisi değişiminin levha yüzey sağlamlığı direnci üzerine etkisi.

BÖLÜM IV

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Tüm dünyada düşük maliyetle yüksek kalitede üretim prensipleri benimsenmiştir. Ülkemizde yongalevha üretimi tamamen özel kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Yüksek kalite prensipleri yüksek maliyetlerle yüksek kalitede ürün üretmekle değil en düşük maliyette müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla sağlamaktadırlar.

Her geçen gün özel sektörün Ar-Ge birimleri farklı ürün bulma, ürün çeşitliliğini artırma ve piyasada lider olma konusunda çalışmalar yapmaktadır. Son yıllarda yongalevha üretiminde kullanılan kimyasal maddelerde iyileştirme ve değişiklikler yapılarak suya karşı daha dayanıklı, üst yüzeyleri daha parlak, yanmaya karşı daha dayanıklı, fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek levhalar üretilmeye başlanmıştır.

Bu gelişmeler ışığında bu çalışmada yongalevha üretiminde kimyasallar yanında yonga taslak rutubetinin ve yonga geometrisinin levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmalarla yonga levhaların ideal yonga rutubet ve yonga boyutlarının belirlenmesi hedeflenmiştir.

Deneme levhalarının üretiminde kullanılan odun hammaddesi %40 çam, %30 meşe,%15 kavak, %15 piyasa talaşı, ortalama %10 UF kullanılarak 180 sn pres süresi, 190 °C pres sıcaklığı ve 30 kg/cm² pres basıncında katlı preste üretim yapılmıştır. Yonga taslak rutubetinde yapılan değişikliklerin levha özgül kütleini etkilemediği tespit edilmiştir. Orta tabaka tutkallı yonga rutubetinin %8,0' in üzerine ve üst tabaka tutkallı yonga rutubetinin %17,0' nin üzerine çıkılması ile yonga levha üretiminin mümkün olmayacağı belirlenmiştir. Levha kalınlığa şişme değerlerinin orta tabaka rutubetinin %6,0-7,0 aralığında optimum değerlerde olduğu (ortalama %12,5), %7,5 talaş rutubetinden itibaren düşen çekme mukavemeti ile birlikte ise kalınlığına şişme değerlerinin %15,5' e çıktığı görülmüştür.

Levha kalınlığına şişme değerlerinin üst tabaka rutubetinin %12-16 aralığında optimum değerlerde olduğu (ortalama %12,5-13), %17,0 üst tabaka talaş rutubetinden itibaren düşen çekme mukavemeti ile birlikte kalınlığına şişme değerlerinin olumsuz yönde etkilendiği ve %15'e çıktığı tespit edilmiştir. Levha su alma değerlerinin orta tabaka rutubetinin %6,5-7,0 aralığında optimum değerlerde olduğu (ortalama %70-75), %7,5 talaş rutubetinden itibaren düşen çekme mukavemeti ile birlikte su alma değerlerinin arttığı ve %88'e çıktığı görülmüştür. Levha su alma değerlerinin üst tabaka rutubetinin %14-16 aralığında optimum değerlerde olduğu (ortalama %75), %17 talaş rutubetinden itibaren ise düşen çekme mukavemeti ile birlikte su alma değerlerinin arttığı ve %85'e çıktığı görülmüştür. Presleme süresi ve sıcaklığı sabit tutularak taslak rutubetinin artmasıyla elde edilen levhaların pres çıkışı rutubetleri de yükselmektedir. Orta tabaka tutkallı yonga rutubet değişiminin levha yüzey absorpsiyonunu etkilemediği görülmüştür. Buna karşın alt ve üst tabaka tutkallı yonga rutubeti arttıkça levha yüzey absorpsiyon değerleri iyileşmektedir.

Levha mekanik özelliklerinden eğilme mukavemeti, orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında ortalama 13 N/mm² ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Levha mekanik özelliklerinden eğilme mukavemeti, alt ve üst tabaka tutkallı yonga rutubeti %14-16 aralığında ortalama 13 N/mm² ile maksimum değerler elde edilmiştir. Levha elastikiyet modülü, orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında 2300-2400 N/mm² ile en iyi değerler elde edilmiştir. Levha elastikiyet modülü, alt ve üst tabaka tutkallı yonga rutubeti %14-15 aralığında 2300-2400 N/mm² ile en iyi sonuçlar elde edilmiştir. Yüzeye dik çekme mukavemeti optimum olarak orta tabaka rutubeti %6,5, alt ve üst tabaka rutubeti %14 iken ortalama 0,42-0,44 N/mm² elde edilmiştir. Orta tabakada %7,5 rutubetin üzerinde, alt-ve üst tabakada ise %16 rutubetin üzerinde çekme mukavemetlerinde keskin düşüşler, hatta levhalarda patlaklar tespit edilmiştir. Orta tabaka rutubeti %6,0-7,0 aralığında levha vida tutma mukavemetleri 620 N/mm² ile en ideal değerlerdedir. %6,0 rutubetin altında ve %7,0 rutubetin üzerinde vida tutma mukavemetlerinde belirgin düşüş tespit edilmiştir. Alt ve üst tabaka rutubet aralığı %12-16 vida tutma mukavemeti açısından uygun çalışma aralığıdır. En yüksek vida tutma sonuçları %14 alt ve üst tabaka rutubetinde elde edilmiştir. Levha yüzey sağlamlığı direnci orta tabaka tutkallı yonga rutubeti %6,0-6,5 aralığında ortalama 1,10 N/mm² değeri ile en ideal çalışma aralığı olduğu görülmüştür. %6,0 orta tabaka rutubetinin altında ve %6,5 orta tabaka rutubetinin üzerinde yüzey sağlamlığı düşüş göstermektedir. Alt ve üst tabaka yongalarının rutubet değeri %12'den %15'e kadar artmasıyla yüzey sağlamlığı mukavemeti 0,83 N/mm² değerinden 1,15 N/mm² değerine

%38,5 artış göstermiştir.%17 rutubetten itibaren ise yüzey sağlamlığının düştüğü tespit edilmiştir.

Yonga geometrisinde yapılan değişikliklerin levha özgül kütlesini etkilemediği görülmüştür. Yonga boyutları büyüdükçe levha su alma ve kalınlığına şişme değerleri olumsuz yönde etkilenmektedir. Şöyle ki; alt ve üst tabaka yonga elek boyutlarının 2,5 x 0,8 mm' den 3,0 x 1,0 mm' ye yükseltilmesiyle şişme mukavemetinde %2,4, orta tabaka yongası elek boyutlarının 6x20 mm' den 10,5x10,5 mm'ye yükseltilmesiyle ise % 3,2 oranında olumsuz yönde değişim saptanmıştır. Alt-üst tabaka yonga elek boyutlarının 2,5x0,8 mm' den 3,0x1,0 mm' ye yükseltilmesiyle su alma mukavemetinde %5,5, orta tabaka yongası elek boyutlarının 6x20 mm' den 10,5x10,5 mm' ye yükseltilmesi ise % 5,6 oranında olumsuz yönde değişim saptanmıştır. Yonga geometrisinin artması ile levha sonuç rutubetinde artış yaşanmaktadır. Ancak; levhanın kullanım yerinde denge rutubeti genellikle %11'in altında olup elde edilen levha rutubeti bu kriteri sağladığı için kullanım yerini etkilememektedir. Alt ve üst tabakada kullanılan yonga geometrisi inceldikçe levha yüzey absorpsiyon değeri iyileşmektedir. Orta tabaka yonga geometrisinin değişmesi ise yüzey absorpsiyon değerini etkilememektedir.

Yonga geometrisi büyüdükçe levha eğilme ve elastikiyet mukavemetinin arttığı tespit edilmiştir. Orta tabaka yonga boyu uzadıkça levha çekme mukavemeti artmaktadır. Alt ve üst tabaka yonga boyunun uzaması ile çekme mukavemetlerinde belirgin bir artış saptanmamıştır. Orta tabaka yonga geometrisinin artması ile levha vida tutma dirençlerinde belirgin bir artış görülmüştür. Orta tabaka yonga eleklerinin 10,5x10,5 mm' ye yükseltilmesi ile vida tutma mukavemeti 752 N/mm²' den 792 N/mm²' ye %5,3 artmıştır. Orta tabaka yonga boyutları sabit kalmak kaydıyla üst tabaka yonga boyutları arttıkça yüzey sağlamlığı iyileşmektedir. Buna karşın orta tabaka yonga boyutları arttıkça levha yüzey sağlamlığı mukavemeti düşmektedir.

4.2 Öneriler

Yonga taslak rutubet ve geometrisi değişimlerinin levha üretiminde değerlendirilmesi durumunda aşağıdaki maddelere dikkat edilmesi önerilir.

1. Yonga levha katlı preslerde diğer üretim şartları sabit olmak koşuluyla ideal üretim yapılabilmesi için orta tabaka tutkallı yonga rutubetinin %6-7 arasında ve alt-üst tabaka tutkallı yonga rutubetinin %14-16 olarak çalışılması, üretim değerleri için ideal koşulları oluşturmaktadır. Ayrıca orta tabaka tutkallı yonga rutubetinin %8,0' in üzerine ve alt-üst tabaka tutkallı yonga rutubetinin %17,0' nin üzerine çıkılması ile yonga levha üretiminin mümkün olmayacağı belirlenmiştir.
2. Yonga levha katlı preslerde diğer üretim şartları sabit olmak koşuluyla ideal üretim yapılabilmesi için levhaların kullanım yerleri dikkate alınarak tüm tabakalarda yonga geometrisinin büyümesiyle eğilme ve elastikiyet dirençleri arttırılabilir. Vida tutma direncinin yüksek olmasının istenildiği durumlarda ise orta tabaka elek boyutları 10,5x10,5 mm' ye kadar büyütülebilir. Elek boyutlarının daha büyük olması ise levhanın fiziksel kenar görünümünü bozmaktadır.
3. Yüzey absorpsiyonunun yüksek istenildiği levhalarda alt-üst tabaka elek boyutları 2,5x0,8 mm de elde edilen yongalar kullanılarak üretim yapılması önerilir. 2,1x0,7 mm altına düşürülmemelidir. Çünkü elek boyutunun düşmesi toz oranının artmasına ve levha yüzeylerinde dalgalanmaya ayrıca yüksek tutkal tüketimine sebep olur.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T. (2000). Dünya’da ve Türkiye’de MDF endüstrisinin genel durumu. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 3: 44-47.
- Alıcı, Y. (2004). Atık ve Çimento Kullanarak Üretilen Levhaların Mekaniksel Özellikleri. Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Endüstri Mühendisliği Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 35 s.
- Alvur, F. (2001). Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Üretimi Özellikleri ve Kullanım Yerleri Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 130 s.
- Ayrılmış, N. (2000). MDF’ nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 96 s.
- Baharoğlu, M. (2010). Ağaç Türü, Parafın Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 123 s.
- Bostancı, Ş. (1987). *Kağıt Hamuru Üretimi ve Ağartma Teknolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları No: 114/13, Trabzon.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1986). *Tabakalı Ağaç Malzeme Teknolojisi Ders Kitabı*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). *Yongalevha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No:413, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Bozkurt, Y., Göker, Y., *Yongalevha Endüstrisi Ders Kitabı*, İ.Ü. Orman Fakültesi, Yayın No: 3311/372, İstanbul, 1985.
- Bozkurt, Y. (1992). *Odun Anatomisi Ders Kitabı*. İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Çolakoglu, G. (2004). *Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon.
- Dayanıklıoğlu, S. (2004), Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul.
- Dayanıklıoğlu, S. (2009). *Türkiye’de Yonga Levha ve Lif Levha (MDF) Sanayi*, Yonga Levha Sanayicileri Derneği.

- EN 309 (1999). Wood Particleboards-Definition and Classification. *European Committee Standardisation*, Brussell. 6: 32–1273.
- Eroğlu, H. ve Usta, M. (2000). *Lif Levha Üretim Teknolojisi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Genel Yayın No: 200, Fakülte Yayın No: 30, Trabzon.
- Eroğlu, H. (1988). *Lif Levha Endüstrisi Ders Notu*, Trabzon.
- Nemli, G., Çolakoğlu, G., Çolak, S. ve Aydın, İ. (2002). Yalancı akasya odunundan üretilen yonga levhalarda tomruk depolama süresi ve kabuk oranının formaldehid oranına etkisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, 52 (2): 73-83.
- Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yongalevhaların kullanım yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, Sayı:7, İstanbul.
- Güler, C. (2001). Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Saplarından Kompozit Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 121 s.
- Göker Y., Kantay R. ve Kurtoğlu A. (1984). *Üç tabakalı ve okal tipi yonga levhaların teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar*, İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Türkiye, İstanbul, 3: 243/367.
- Göker, Y. ve Akbulut, T. (1992). Yongalevha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler. “Orenko 92” I. *Ulusal Orman Ürünleri Endüstrisi Kongresi*, Bildiri Metinleri 1. Cilt, Trabzon 269-287.
- Günsel, U. (2004). Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yonga Levhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Muğla, 112 s.
- Han, J.S. (1998). Properties of Nonwood Fibers, In: *Proceedings of The Korean Society of Wood Science and Technology Annual Meeting*, Korea, pp. 3–12.
- Huş, S. (1979). Teknolojik faktörlerin yongalevhanın özellikleri üzerine etkisi. istanbul üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 2:29-34
- İstek, A. (1999), Buğday Saplarından (*Triticum aestivum* L.) Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 156 s.
- İstek, A. (2010), *Ders Notları*, Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Bartın.
- Kalaycıoğlu, H. (1991). Sahil Çamı (*Pinus pinaster* Ait.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkânları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon 132 s.

- Karakuş, B. (2007). Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, S.D.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Isparta, 147 s.
- Kollmann, F.P., Kuenzi, E.W. ve Stamm, A.J. (1975). Principles of wood science and technology. Wood based materials. *Springer-Verlag*, New York Heidelberg Berlin. 2: 139-149.
- Maloney, T.M. (1977). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco-California.
- Ndazi, B., Tesha, J. V. ve Bisanda E. T. N., (2006). Some opportunities and challenges of producing bio-composites from non-wood residues. *Journal Material Science*, 41: 6984–6990.
- Özen, R. (1980). *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Ders Notları, Yayın No: 30, Trabzon.
- Öktem, E. (1979). *Ormangülü (Rhododendron ponticum L.) Odunundan Yonga Levha Yapılması Üzerine Araştırmalar*, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No:113.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives; Chemistry and Technology*, Vol.1., Marcel Dekker, New York.
- Rowell, R.M. ve Simonson, R. (2000). A New Process for The Continuous Acetylation of Lignoceilulosic Fiber. In: *Proceedings of the 5th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium*; December 10-13, Canberra, Australia, Department of Forestry, The Australian Natlonai University, 190-196.
- Roffael, E. (1987). Drying of pine particles and the effect on the strength of particleboard. In: *Proceedings, 21st international particleboard/composite materials symposium*; 1987 March 24–26; Pullman, WA. Pullman, WA: Washington State University.
- Suchsland, O. ve Woodson, E.G. (1986). *Fiberboard Manufacturing Practices in the United States*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service No:640, Lousiana, USA.
- Schmidt, R.G. (1998). Aspect Of Wood Adhesion: Application Of 3C CP/MAS NMRA and Fracture Testing. Doctorate thesis Virginia Polytechnic Institute and State University January 30, 1998 Blacksburg, Virginia s.10.
- Taşkın, O. (1973). Kabukların Lif Levha Yapımında Kullanılması. Or. Ens. Der. 19 (1): 23-32.
- TS 1617 (1974). *Yongalevhaları (Yatık Yongalı, Yapıda Kullanılan)*, TSE, Ankara.
- TS 180 (1978). *Yongalevhaları (Yatık Yongalı, Genel Amaçlar için)*, TSE, Ankara.
- TS EN 309 (1999). “Ahşap Yongalevhalar-Tarif ve Sınıflandırma”, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara .

- TS-EN 309 (1999). *Ahşap yonga levhalar tarif ve sınıflandırma*, TSE, Ankara.
- TS-EN 310 (1993). *Ahşap Esaslı Levhalar, Eğilme ve Eğilme Direnci Elastikiyet Modülünün Tayini*, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-1 (2005). *Yonga levhalar, Bölüm 1: Bütün Levhalar İçin Genel Özellikler*, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-2 (2005). *Yonga levhalar, Bölüm 2: Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS-EN 312-3 (2005). *Yonga levhalar, Bölüm 3: Kuru şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri*, TSE, Ankara.
- TS EN 317 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, TSE, Ankara.
- TS EN 319 (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS-EN 322 (1999). *Ahşap Levhalar, Rutubet Miktarının Tayini*, TSE, Ankara.
- TS-EN 323-1 (1999). *Ahşap Yonga Levhalar, Özgül Kütlenin Tayin Edilmesi*, TSE, Ankara.
- TS-EN 323 (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar, Deney Parçalarının Boyutlarının Tayini*. TSE,
- 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.
- Usta, P. (2011). *Çay Bitkisi Atıklarından Elde Edilen Kompozit Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yapı Eğitimi Anabilim Dalı, Isparta, 123 s.
- Yeniocak, M. (2008). *Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla, 89 s.

EKLER

EK A: Orta tabaka taslak rutubet değişimi test sonuçları.

ORTA TABAKA RUTUBETİ	ÇEKME MUK. (N/mm ²)	EĞİLME MUK. (N/mm ²)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (Newton)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm ²)	YOĞUNLUK (kg/m ³)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUE N ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
5,5%	0,32	11,7	2212	510	0,96	598	5,8	14	83	470	465
5,5%	0,33	12	2102	550	0,91	604	5,6	14,3	85	460	455
5,5%	0,36	11,8	2108	520	0,96	607	5,8	14,3	81,7	465	465
ORTALAMA	0,3	11,8	2140,7	526,7	0,9	603,0	5,7	14,2	83,2	465,0	461,7
STD.SAPMA	0,02	0,15	61,85	20,82	0,03	4,58	0,12	0,17	1,66	5,00	5,77
6,0%	0,38	13	2307	631	1,14	609	6,1	13	81,2	460	440
6,0%	0,38	12,7	2318	615	1,11	604	5,9	13,5	81	455	450
6,0%	0,41	12,8	2320	625	1,13	608	6	13,2	80,7	455	455
ORTALAMA	0,4	12,8	2315,0	623,7	1,1	607,0	6,0	13,2	81,0	456,7	448,3
STD.SAPMA	0,02	0,15	7,00	8,08	0,02	2,65	0,10	0,25	0,25	2,89	7,64
6,5%	0,44	13,3	2466	642	1,1	606	6,3	12,3	77,8	470	460
6,5%	0,43	12,8	2412	623	1,07	606	6,1	12,3	75,6	460	460
6,5%	0,44	13,3	2396	627	1,08	604	6,3	12,5	76,2	455	460
ORTALAMA	0,4	13,1	2424,7	630,7	1,1	605,3	6,2	12,4	76,5	461,7	460,0
STD.SAPMA	0,01	0,29	36,68	10,02	0,02	1,15	0,12	0,12	1,14	7,64	0,00
7,0%	0,37	12,2	2107	601	0,98	600	6,5	11,9	70	470	450
7,0%	0,32	12	2192	588	0,93	603	6,6	11,7	71	460	465
7,0%	0,34	11,8	2110	592	0,91	605	6,6	12	68	460	465
ORTALAMA	0,3	12,0	2136,3	593,7	0,9	602,7	6,6	11,9	69,7	463,3	460,0
STD.SAPMA	0,03	0,20	48,23	6,66	0,04	2,52	0,06	0,15	1,53	5,77	8,66
7,5%	0,26	11,1	1906	515	0,82	612	7,6	13	77	470	480
7,5%	0,28	11,3	2001	518	0,77	607	7,7	13,2	79	455	460
7,5%	0,25	11,1	2010	510	0,8	608	7,5	14	81	460	460
ORTALAMA	0,3	11,2	1972,3	514,3	0,8	609,0	7,6	13,4	79,0	461,7	466,7
STD.SAPMA	0,02	0,12	57,62	4,04	0,03	2,65	0,10	0,53	2,00	7,64	11,55
8,0%	0,12	9,1	1510	210	0,7	603	8,1	15,5	88	455	460
8,0%	0	0	0	0	0	0	8,3	0	0	0	0
8,0%	0	0	0	0	0	0	8,4	0	0	0	0
ORTALAMA	0,04	3,03	503,33	70,00	0,23	201,00	8,27	5,17	29,33	151,67	153,33
STD.SAPMA	0,07	5,25	871,80	121,24	0,40	348,14	0,15	8,95	50,81	262,69	265,58

EK B: Alt-üst tabaka taslak rutubet değişimi test sonuçları.

ALT-ÜST TABAKA RUTUBETİ	ÇEKME MUK. (N/mm ²)	EĞİLME MUK. (N/mm ²)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm ²)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (Newton)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm ²)	YOĞUNLUK (kg/m ³)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUEN ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
12,0%	0,36	11,7	2120	590	0,88	602	5,8	13	82,7	420	425
12,0%	0,33	11,3	2115	597	0,83	605	5,7	13,1	81,1	420	425
12,0%	0,35	10,8	2117	593	0,85	599	5,8	13	80,6	420	425
ORTALAMA	0,3	11,3	2117,3	593,3	0,9	602,0	5,8	13,0	81,5	420,0	425,0
STD.SAPMA	0,02	0,45	2,52	3,51	0,03	3,00	0,06	0,06	1,10	0,00	0,00
13,0%	0,40	12,4	2225	610	0,96	613	6	12,8	80	430	440
13,0%	0,37	11,9	2212	612	1,03	602	6,1	12,9	80,2	440	435
13,0%	0,38	12,2	2221	615	1,04	608	5,9	12,7	79,8	440	440
ORTALAMA	0,4	12,2	2219,3	612,3	1,0	607,7	6,0	12,8	80,0	436,7	438,3
STD.SAPMA	0,02	0,25	6,66	2,52	0,04	5,51	0,10	0,10	0,20	5,77	2,89
14,0%	0,42	12,3	2350	627	1,1	609	6,3	12,5	77	460	470
14,0%	0,41	12,5	2424	635	1,15	600	6,6	12,4	76	465	470
14,0%	0,41	13,3	2420	637	1,12	607	6,3	12,4	76,8	455	460
ORTALAMA	0,4	12,7	2398,0	633,0	1,1	605,3	6,4	12,4	76,6	460,0	466,7
STD.SAPMA	0,01	0,53	41,62	5,29	0,03	4,73	0,17	0,06	0,53	5,00	5,77
15,0%	0,38	13	2345	620	1,15	602	6,3	12	73	480	480
15,0%	0,39	12,7	2330	617	1,12	605	6,1	12,1	74	500	510
15,0%	0,37	12,8	2335	618	1,13	608	6	12,2	72,8	510	500
ORTALAMA	0,4	12,8	2336,7	618,3	1,1	605,0	6,1	12,1	73,3	496,7	496,7
STD.SAPMA	0,01	0,15	7,64	1,53	0,02	3,00	0,15	0,10	0,64	15,28	15,28
16,0%	0,36	13,1	2160	590	1,03	598	6,5	12,7	77,2	555	575
16,0%	0,35	12,9	2157	595	1,05	600	6,7	12,5	78	560	560
16,0%	0,35	12,8	2166	591	1,02	603	7	13	78,8	555	560
ORTALAMA	0,4	12,9	2161,0	592,0	1,0	600,3	6,7	12,7	78,0	556,7	565,0
STD.SAPMA	0,01	0,15	4,58	2,65	0,02	2,52	0,25	0,25	0,80	2,89	8,66
17,0%	0,27	12	1508	420	0,85	602	7,6	13,5	80,5	620	625
17,0%	0	0	0	0	0	0	7,8	0	0	0	0
17,0%	0,25	8,6	1450	412	0,8	603	7,6	15	85	620	610
ORTALAMA	0,17	6,87	986,00	277,33	0,55	401,67	7,67	9,50	55,17	413,33	411,67
STD.SAPMA	0,15	6,18	854,39	240,21	0,48	347,85	0,12	8,26	47,83	357,96	356,59
18,0%	0	0	0	0	0	0	7,9	0	0	0	0
18,0%	0,15	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
18,0%	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0
ORTALAMA	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,97	0,00	0,00	0,00	0,00
STD.SAPMA	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00

EK C: Yonga geometrisi değişiklikleri test sonuçları.

ELEK BÜYÜK LÜĞÜ (mm)	ÇEKME MUK. (N/mm²)	EĞİLME MUK. (N/mm²)	ELASTİKİYET MODÜLÜ (N/mm²)	VİDA TUTMA MUKAVEMETİ (Newton)	YÜZEY SAĞLAMLIĞI MUKAVEMETİ (N/mm²)	YOĞUNLUK (kg/m³)	LEVHA RUTUBETİ (%)	ŞİŞME 2h (%)	SU ALMA 2h (%)	TOLUEN ALT (mm)	TOLUEN ÜST (mm)
2,5 x 0,8	0,42	11,3	2250	756	0,96	625	5,9	18,8	85,7	570	577
2,5 x 0,8	0,42	11,1	2247	743	0,95	620	6	18,7	86,7	517	538
2,5 x 0,8	0,43	11,2	2256	751	0,98	624	6,3	18,8	85	517	529
ORTALAMA	0,42	11,2	2251,0	750,0	1,0	623,0	6,1	18,8	85,8	534,7	548,0
STD.SAPMA	0,01	0,10	4,58	6,56	0,02	2,65	0,21	0,06	0,85	30,60	25,51
2,7 x 0,9	0,42	11,7	2320	749	0,99	620	6,2	19	88,3	490	500
2,7 x 0,9	0,43	11,8	2323	753	0,99	622	6,3	19,1	86,9	510	520
2,7 x 0,9	0,42	11,6	2330	763	1,04	628	6,2	18,9	87,7	517	523
ORTALAMA	0,42	11,7	2324,3	755,0	1,0	623,3	6,2	19,0	87,6	505,7	514,3
STD.SAPMA	0,01	0,10	5,13	7,21	0,03	4,16	0,06	0,10	0,70	14,01	12,50
3,0 x 1,0	0,43	12,0	2400	755	1,06	625	6,3	19,1	89,9	500	510
3,0 x 1,0	0,43	12,1	2410	748	1,13	623	6,4	19,3	91,1	480	500
3,0 x 1,0	0,42	12,1	2456	750	1,11	626	6,3	19,2	90,8	490	490
ORTALAMA	0,43	12,1	2422,0	751,0	1,1	624,7	6,3	19,2	90,6	490,0	500,0
STD.SAPMA	0,01	0,06	29,87	3,61	0,04	1,53	0,06	0,10	0,62	10,00	10,00
10,5 x 10,5	0,45	12,5	2556	802	0,93	625	6,6	19,7	92,3	455	471
10,5 x 10,5	0,44	12,7	2612	785	0,94	627	6,5	19,5	91,7	448	468
10,5 x 10,5	0,44	12,6	2578	791	0,93	624	6,7	19,6	93,9	498	502
ORTALAMA	0,44	12,6	2582,0	792,7	0,9	625,3	6,6	19,6	92,6	467,0	480,3
STD.SAPMA	0,01	0,10	28,21	8,62	0,01	1,53	0,10	0,10	1,14	27,07	18,82
6 x 20	0,43	11,9	2456	747	1,01	626	6,4	18,9	88,6	480	490
6 x 20	0,42	11,9	2402	751	1,02	620	6,5	19	87,8	480	490
6 x 20	0,43	11,7	2321	739	1,01	623	6,3	19	86,7	490	510
ORTALAMA	0,43	11,8	2393,0	745,7	1,0	623,0	6,4	19,0	87,7	483,3	496,7
STD.SAPMA	0,01	0,12	67,95	6,11	0,01	3,00	0,10	0,06	0,95	5,77	11,55

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Ufuk AYDIN
Doğum Yeri ve Tarihi : Kastamonu 01.06.1975

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri
Mühendisliği Bölümü
Yüksek Lisans Öğrenimi :
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Advance)
Bilimsel Faaliyet/Yayınlar :
Aldığı Ödüller :

İş Deneyimi

Stajlar :
Projeler ve Kurs Belgeleri :
Çalıştığı Kurumlar : SFC Entegre A.Ş. 1998-2003
Kastamonu Entegre A.Ş. 2003-Devam ediyor.

İletişim

E-Posta Adresi : ufaydin@keas.com.tr

Tarih : 16/06/2016(Tez sınav tarihi)