



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİR YONGALEVHA FABRİKASINDA HAMMADDE
KAYNAKLARININ OPTİMİZASYONU VE ÜRETİM
KOŞULLARININ TEKNOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ**

MURAT İBİŞ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ODUN MEKANİĞİ VE TEKNOLOJİSİ**

**DANIŞMAN
PROF. DR. CENGİZ GÜLER**

DÜZCE, 2018

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR YONGALEVHA FABRİKASINDA HAMMADDE KAYNAKLARIN
OPTİMİZASYONU VE ÜRETİM KOŞULLARININ TEKNOLOJİK YÖNDEN
İNCELENMESİ

Murat İBİŞ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cengiz GÜLER
Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Cengiz GÜLER
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Ümit BÜYÜKSARI
Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Gökhan GÜNDÜZ
Bartın Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 24/04/2018

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

24 Nisan 2018

Murat İBİŞ

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Cengiz GÜLER'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

24 Nisan 2018

Murat İBİŞ

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER.....	xi
ÖZET.....	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. LİTERATÜR ÖZETİ	3
1.2. GENEL BİLGİLER.....	5
1.3. DÜNYA ORMAN VARLIĞI.....	9
1.4. KASTAMONU ENTEGRE AĞAÇ SANAYİ TİC. A.Ş.'NİN TARİHÇESİ	10
1.5. YONGALEVHA TEKNOLOJİSİ.....	11
1.5.1. Yongalevhanın Tanımı	11
1.5.2. Yongalevhaların Sınıflandırılması	12
1.5.2.1. Yongalevhaların TS EN 309'a Göre Sınıflandırılması	14
1.6. YONGALEVHALARIN GENELÖZELLİKLERİ	15
1.7. YONGALEVHA ENDÜSTRİSİNİN GELİŞİMİ	16
1.7.1. Türkiye'de Yongalevha Üretiminin Tarihsel Gelişimi	17
1.8. YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE ÖZELLİKLERİ.....	18
1.8.1. Odun.....	19
1.8.2. Orman Artıkları	20
1.8.3. Yıllık Bitkiler	20
1.8.4. Yapıştırıcı Maddeler.....	21
1.8.4.1. Üre Formaldehit Tutkalı	21

1.8.4.2. Fenol Formaldehit Tutkalı	22
1.8.4.3. Melamin Formaldehit Tutkalı.....	22
1.8.4.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı.....	23
1.8.4.5. Termoplastik Tutkallar.....	23
1.8.4.6. Katkı Maddeleri.....	23
1.8.4.7. Sertleştirici Maddeler	24
1.8.4.8. Koruyucu Maddeler	24
1.8.4.9. Yanmayı Geciktirici Maddeler	25
1.9. YONGALEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ	25
1.9.1. Yongalama	27
1.9.2. Kurutma.....	30
1.9.3. Eleme (Tasnif).....	32
1.9.4. Depolama	33
1.9.5. Tutkallama	34
1.9.6. Serme.....	36
1.9.7. Presleme	36
1.9.8. Levhaların Klimatize Edilmesi.....	38
1.9.9. Boyutlandırma	39
1.9.10. Zımparalama	39
1.9.11. Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırma	40
2. MATERYAL VE YÖNTEM	41
2.1. MATERYAL.....	41
2.1.1. Hammadde (Yonga).....	41
2.1.2. Yapıştırıcı Madde	45
2.1.3. Sertleştirici Madde.....	47
2.1.4. Parafin.....	48
2.2. YÖNTEM	49
2.2.1. Fiziksel Özellikler	50
2.2.1.1. Yoğunluk.....	50
2.2.1.2. Su Alma Miktarı.....	50
2.2.1.3. Kalınlık Artımı	51
2.3. MEKANİK ÖZELLİKLER	52

2.3.1. Eğilme Direnci	52
2.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	53
2.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	54
2.3.4. Levhalarda Vida Tutma direnci.....	56
2.3.5. Yüzey Sağlamlığı Direnci	58
3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR	60
3.1. BULGULAR.....	60
3.1.1. Fiziksel Özellikler	60
3.1.1.1. <i>Yoğunluk</i>	60
3.1.1.2. <i>Kalınlık Artımı</i>	62
3.1.1.3. <i>Su Alma</i>	65
3.1.2. Mekanik Özellikler	68
3.1.2.1. <i>Eğilme Direnci</i>	68
3.1.2.2. <i>Eğilmede Elastikiyet Modülü</i>	70
3.1.2.3. <i>Çekme Direnci</i>	72
3.1.2.4. <i>Levha Yüzeyine Yan Yönde Vida Tutma Gücü</i>	75
3.1.2.5. <i>Levha Yüzeyine Dik Yönde Vida Tutma Gücü</i>	77
3.1.2.6. <i>Yüzey Sağlamlığı</i>	79
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
5. KAYNAKLAR.....	85
ÖZGEÇMİŞ.....	90

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1. Yongalevha genel görünüşü.	12
Şekil 1.2. Değişik kalınlıkta odunlar.	19
Şekil 1.3. Kastamonu Entegre fabrikasının yongalevha üretimi iş akış şeması.	26
Şekil 1.4. Kaba yongalama makinası (Drum Chipper).	27
Şekil 1.5. Kaba yongalamada odunun liflere dik yönde kesilmesi.	28
Şekil 1.6. Chipslerin genel görünümü.	28
Şekil 1.7. İnceltici değirmen genel görünüşü.	29
Şekil 1.8. Chipsin yonga haline getirilmesi.	29
Şekil 1.9. Döner silindirik kurutma makinası genel görünüşü.	32
Şekil 1.10. Mekanik elek.	33
Şekil 1.11. Depolama amacıyla kullanılan silolar.	34
Şekil 1.12. Tutkallama ünitesi genel görünüşü.	35
Şekil 1.13. Tutkallama makinası genel görünüşü.	35
Şekil 1.14. Yıldız soğutma genel görünüşü.	38
Şekil 1.15. Ebatlama ünitesi genel görünüşü.	39
Şekil 1.16. Zımpara makinası genel görünüşü.	40
Şekil 1.17. Levhaların istiflenmesi.	40
Şekil 2.1. Yongalama makinası.	41
Şekil 2.2. Odunun chips haline getirilmiş hali.	42
Şekil 2.3. Diskli (Dyna-Screen) elek.	42
Şekil 2.4. Diskli elek chips tasnifi.	43
Şekil 2.5. Pallmann değirmen.	43
Şekil 2.6. Döner tanburlu kurutucu.	44
Şekil 2.7. Parafin hattı.	49
Şekil 2.8. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü deney düzeneği.	53
Şekil 2.9. Yongalevhanın eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü tayini.	54
Şekil 2.10. Yüzeğe dik çekme direnci deney örneği ve deney düzeneği.	55
Şekil 2.11. Yongalevhanın yüzeğe dik çekme tayini.	55
Şekil 2.12. Vida tutma kabiliyeti deneyinin test düzeneği.	57
Şekil 2.13. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeğe paralel).	57
Şekil 2.14. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeğe dik).	58
Şekil 2.15. Vida tutma kabiliyeti deneyinden sonra numunenin görünüşü.	58
Şekil 3.1. Ortalama yoğunluk değerleri (kg/m^3).	62
Şekil 3.2. 2 ve 24 sa kalınlık artımı değerleri (%).	65
Şekil 3.3. 2 ve 24 sa su alma değerleri (%).	67
Şekil 3.4. Eğilme direnci değerleri (N/mm^2).	69
Şekil 3.5. Elastikiyet modülü değerleri (N/mm^2).	72
Şekil 3.6. Çekme direnci değerleri (N/mm^2).	74
Şekil 3.7. Levha yüzeyine yan yönde vida direnç değerleri.	76
Şekil 3.8. Levhaların yüzeğe dik yönde vidalanması. (N).	78
Şekil 3.9. Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri.	80

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha üretim miktarları (m ³ /yıl).....	6
Çizelge 1.2. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha ithalat miktarları (m ³ /yıl).....	6
Çizelge 1.3. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha ihracat miktarları (m ³ /yıl).....	7
Çizelge 1.4. Dünyada 2010-2015 yılları arası orman alanları (ha).....	9
Çizelge 1.5. 2015 yılı ülkelere ait orman alanları (ha).....	10
Çizelge 2.1. Birim hacimdeki yoğunluk oranları.....	42
Çizelge 2.2. Kuru yonga besleme oranları (kg/m ³).....	44
Çizelge 2.3. Üre formaldehit tutkalın özellikleri.....	46
Çizelge 2.4. OT Tutkal çözelti reçetesi.....	46
Çizelge 2.5. ÜT tutkal çözelti reçetesi.....	47
Çizelge 2.6. UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum sülfatın özellikleri.....	47
Çizelge 2.7. Parafin analiz değerleri.....	48
Çizelge 2.8. 18 mm standart yongalevha üretiminde kullanılan yonga oranları (%).....	50
Çizelge 3.1. Yoğunluk değerleri (kg/m ³).....	60
Çizelge 3.2. Levhaların yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	61
Çizelge 3.3. Yoğunluk değerlerine ait Duncan testi sonuçları (kg/m ³).....	61
Çizelge 3.4. 2 sa'lik kalınlık artımı değerleri (%).....	62
Çizelge 3.5. 24 sa'lik kalınlık artımı değerleri (%).....	63
Çizelge 3.6. Levhaların 2 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 3.7. Levhaların 24 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	63
Çizelge 3.8. Kalınlık artımı değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	64
Çizelge 3.9. 2 sa'lik su alma değerleri (%).....	65
Çizelge 3.10. 24 sa'lik su alma değerleri (%).....	66
Çizelge 3.11. Levhaların 2 sa'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 3.12. Levhaların 24 sa'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	66
Çizelge 3.13. Su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları (%).....	67
Çizelge 3.14. Eğilme direnci değerleri (N/mm ²).....	68
Çizelge 3.15. Levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	68
Çizelge 3.16. Eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	69
Çizelge 3.17. Eğilmede elastikiyet değerleri (N/mm ²).....	70
Çizelge 3.18. Levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	71
Çizelge 3.19. Eğilmede elastikiyet modüllü değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	71
Çizelge 3.20. Çekme direnci değerleri (N/mm ²).....	73

Çizelge 3.21. Levhaların çekme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları (N/mm ²).....	73
Çizelge 3.22. Çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları (N/mm ²).....	74
Çizelge 3.23. Yan yönde vidalama değerleri (N).....	75
Çizelge 3.24. Levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	75
Çizelge 3.25. Levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	76
Çizelge 3.26. Levha yüzeyine dik yönde vidalama direnç değerleri (N).	77
Çizelge 3.27. Levhaların yüzeye dik yönde vidalama direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.....	77
Çizelge 3.28. Levhaların yüzeye dik yönde vidalama direnç değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	78
Çizelge 3.29. Levhaların yüzey sağlamlığı oranları (N/mm ²).....	79
Çizelge 3.30. Levhaların yüzey sağlamlığı testlerine ait varyans analiz sonuçları.....	79
Çizelge 3.31. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait Duncan testi sonuçları.....	80
Çizelge 4.1. Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri. ..	83

KISALTMALAR

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BS	British Standart
C	Santigrat Derece
Cm	Santimetre
Cm ³	Santimetre Küp
FAO STAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations
g	Gram
h	Hidrojen
ha	Hektar
HCL	Hidroklorik Asit
HDF	High Density Fibreboard (Yüksek Yoğunluklu Lifhevha)
H ₂ SO ₄	Sülfürik Asit
ISO	International Organization of Standardization
Kg	Kilogram
Lt	Litre
m ²	Metre Kare
m ³	Metre Küp
Max.	Maksimum
Min.	Minimum
MDF	Medium Density Fiberboard (Orta Yoğunlukta Liflevha)
(NH ₄) ₂ SO ₄	Amonyum Sülfat
OAİB	Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri
OT	Orta Tabaka
pH	Potansiyel Hidrojen
sa	Saat
Std.	Standart
TS	Türk Standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
ÜT	Üst Tabaka
YDÇ	Yüzeye Dik Çekme

SİMGELER

%	Yüzde
~	Yaklaşık
δ	Yoğunluk
δe	Eğilme Direnci



ÖZET

BİR YONGALEVHA FABRİKASINDA HAMMADDE KAYNAKLARININ OPTİMİZASYONU VE ÜRETİM KOŞULLARININ TEKNOLOJİK YÖNDEN İNCELENMESİ

Murat İBİŞ

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Nisan 2018, 89 sayfa

Günümüzde yongalevha üretiminde yurt dışı kaynaklı özellikle Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'den getirilen çam yongası kullanılmaktadır. Bu çalışmada dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla mevcut kaynaklarımızdan endüstriyel atıklardan elde edilen kapak türü malzeme alternatif hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla tüm levha gruplarında meşe %15, kavak %5 ve talaş %10 oranında sabit tutularak ithal çam yongası %70, 65, 60, 55, 50 ve 45, kapak tahtası sırasıyla, %0,5, 10, 15, 20, 25 oranlarında fabrikasyon ortamında üretimler gerçekleştirilmiştir. Levhaların üretiminde yapıştırıcı madde olarak üre formaldehit, sertleştirici olarak amonyum sülfat ve hidrofobik madde olarak parafin kullanılmıştır. Her bir grup levhadan örnekler elde edilerek fiziksel özelliklerden, yoğunluk, su alma ve kalınlık artımı, mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik yönde çekme direnci, vida tutma direnci, yüzey dayanıklılığı standartlara uygunluğu yönünden incelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre levha içindeki ithal çam yongası oranını azaltıp, levha içindeki kapak tahtası yongası oranı arttıkça levhanın teknolojik özelliklerinde önemli bir değişim meydana gelmediği istatistik analizler sonucunda ortaya konmuştur. Buna göre ithal yolla temin edilen hazır chipsin levha üretiminde kullanımını azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtasının levha üretiminde değerlendirilmesinin teknik olarak uygun olduğu kanaatine varılmıştır.

Anahtar sözcükler: Endüstriyel atıklar, Fiziksel ve mekanik özellikler, Hammadde, İthal çam, Yongalevha.

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF RAW MATERIAL RESOURCES IN A PARTICLEBOARD FACTORY AND TECHNOLOGICAL STUDY OF PRODUCTION CONDITIONS

Murat IBIS

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Forest Industry Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz GULER

April 2018, 89 pages

Currently, pine chips imported from the United States (USA) are used in production of chipboards from abroad. In this study, it was investigated the usability of cover material obtained from industrial waste as an alternative raw material from our existing sources in order to reduce the external dependency. For this purpose, different production combinations have been produced particleboards in the factory; while the ratios of oak 15%, poplar 5% and sawdust 10% kept constant; ratios of the imported pine chips % 70, 65, 55, 50, 45, 40 and industrial wastes % 0, 5, 10, 15, 20, 25 have been used respectively. In production of plates, urea formaldehyde as adhesive agent, ammonium sulfate as hardener and paraffin as hydrophobic substance are used. The samples were taken from each group plate and examined for physical properties, density, moisture content, water uptake and thickness increase and surface weight, bending resistance from mechanical properties, modulus of elasticity, tensile strength perpendicular to the surface and screw retention resistance standards. According to the results obtained, statistical analyzes revealed that the rate of imported pine chips in the plate decreased and the change in the technological properties of the plate did not occur as the chipboard flake ratio in the plate increased. Accordingly, it has been found to be technically feasible to reduce the use of ready-made chips supplied in the plate manufacturing process and to evaluate the cover plate in plate production under the same production conditions.

Keywords: Imported pine, Industrial wastes, Particleboard, Physical and mechanical properties, Raw material.

1. GİRİŞ

Orman ürünleri sektöründe, gelişen sanayi kollarından biride yongalevha endüstrisidir. Bu endüstride orman ve kereste fabrikası artıklarının değerlendirilmesinin yanı sıra tüm lifli lignoselülozik kaynaklar hammadde olarak kullanılabilir. Fabrikada lignoselülozik materyaller çok çeşitlilik arz etmektedir. Her türlü odunsu materyalin kullanılabilmesinden dolayı yurt içinden ve yurt dışından temin edilen kaynaklar değerlendirilmektedir.

Türk Standartları (TS) EN 309'e göre yongalevha; odun (odun yongası, testere talaşı vb.) ve/veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı vb.) bir tutkal ilavesi ile sıcaklık ve basınç altında şekillendirilmesiyle oluşan levhalardır [1].

British Standart (BS) 1811'e göre ise; odun veya diğer lignoselülozik örneğin; odun yongası, testere talaşı, keten lifi vb. bir tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır [2].

Yongalevhalar gerek içerisindeki yapıştırıcı ve hidrofobik maddelere bağlı olarak gerekse yonga geometrisi bakımından değişen yüksek, orta ve düşük derecede çalışma (bünyesine su alıp verme) özelliklerine sahip bir ağaç malzemedir.

Yongalevhalar özgül kütle, presleme teknikleri, yonga geometrisi, yüzey durumları, parçaların şekil ve formlarına, kullanım alanlarına gibi değişik kriterlere göre sınıflandırılmaktadır. Yongalevhalar özgül ağırlıklarına göre üç gruba ayrılırlar. a) Düşük özgül ağırlıktaki (hafif) yongalevhalar: özgül ağırlığı $0,59 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha küçük, b) Ortada derecede özgül ağırlıktaki yongalevhalar: özgül ağırlığı $0,59-0,80 \text{ g/cm}^3$ arasında olanlar, c) Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar: özgül ağırlığı $0,80 \text{ g/cm}^3$ 'ten büyük olan yongalevhalar. Avrupa'daki esaslara göre; 500 kg/m^3 'ten aşağı olan ağırlıktaki levhalar hafif, $500-650 \text{ kg/m}^3$ arasında yer alan ağırlıktaki levhalar orta, 650 kg/m^3 'ün üzerindeki ağırlığa sahip levhalar ise yüksek özgül ağırlık grubuna girmektedir. Ancak çoğunlukla üretilen yongalevhaların özgül ağırlıkları $600-700 \text{ kg/m}^3$ arasında bulunmaktadır [3].

Yongalevha üretiminde ilk olarak kabukları soyulan ağaçlar çeşitli boyutlarda kıymık haline getirilir. Bu kıymıklar ince değirmenden geçirilerek homojenize edilir. Eleme ünitesinden ayrılan kıymıklar karışım ünitesinde tutkal, kimyevi maddeler ve su ile karıştırılır Bu karışım pres ünitesinde levha haline getirildikten sonra stapel vasıtası ile paket haline getirilmek üzere germe kafesine alınır. Gerilme ölçğine göre presle sıkıştırılan levha paketleri ısı tesiri ile sertleştirilmek üzere donma ve sertleşme ünitesine koyulur. Daha sonra olgunlaşma depolarında dinlendirilerek nihai sertliğe ulaşırlar [4].

Ülkemizde 2018yılı itibariyle 30lif ve yongalevha tesisi üretimlerini sürdürmektedir. Son yıllarda eklenen yeni kapasiteler doğrultusunda dünyada söz sahibi bir kapasite ve üretim teknolojisine ulaşmıştır. 2018 tarihi itibari ile fiili yıllık üretim miktarımız ise (Yonga+Lif Levha) 8 milyon sterdir.

Birçok kaynaklarda belirtildiği üzere orman ürünleri sektörünün en önemli problemlerden biri hammadde teminindeki güçlükler olduğu vurgulanmaktadır. Lif ve yongalevha sanayinin toplam hammaddeye olan ihtiyaç 13 milyon m^3 (18.500.000ster/yıl) civarındadır. Atıl vaziyette bulunan tesislerimizle birlikte kurulu kapasitemizin toplam hammadde ihtiyacı ise $18 \text{ milyon } m^3 = 24.000.000 \text{ ster/yıl} = 12.000.000 \text{ ton/yıl}$ kadardır [5].

Yongalevhanın teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli etkenlerden biri de kullanılan hammaddelerdir. Kabuklu kabuksuz, dal odunu, kapak tahtası kereste fabrikası artıkları, talaş gibi materyalleri üretime ancak belli oranlarda vermek suretiyle değerlendirilmek zorundadır. Yongalevha üretiminde amaç standartlara uygun nitelikte hafif bir malzeme üretmektir. Kullanılan hammaddeye bağlı olarak levhanın yoğunluğu artırılmakta veya azaltılmaktadır. Buna bağlı olarak levhanın direnç özelliklerini iyileştirmek için tutkal oranında da artışa gidilmektedir.

Günümüzde yongalevha üretiminde yaklaşık %50'ye yakın oranda yurt dışı kaynaklı özellikle ABD'den getirilen çam chipsi kullanılmaktadır. Dışa bağımlılığı azaltacak yöntemler geliştirilerek mevcut kaynaklarımızı çam yongası ile birlikte rantabl olarak değerlendirmek bir zorunluluktur.

Bu çalışmada ithal edilen hazır chipsin üretimde kullanımını azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtasının üretimde değerlendirilmesi yoluna gidilmiştir.

Hammadde kullanım oranlarına bağı olarak optimum levha üretim şartları belirlenerek ve kısıtlı kaynakların en verimli ve en az kayıp ile kullanımı planlamak bu çalışmanın en öncelikli hedefidir.

Fabrikasyon ortamında gerçekleştirilmiş olan her bir varyasyonda rastgele deney levhaları seçilecek levhaların teknolojik özellikleri incelenmiş olup TS-EN 312 standardına uygunluğu açısından irdelenmiştir [6]. Bu amaçla tüm levha gruplarında meşe %15, kavak %5 ve talaş %10 oranında sabit tutularak ithal çam yongası %70, 65, 60, 55, 50 ve 40 ile kapak tahtası sırasıyla, %0, 5, 10, 15, 20, 25 oranlarında levhalar üretilerek fiziksel özelliklerden yoğunluk, su alma ve kalınlık artımı, mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik yönde çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey dayanıklılık direnci incelenmiştir. Elde edilen veriler istatistik analizleri yapılarak irdelenmiştir.

1.1. LİTERATÜR ÖZETİ

Kalaycıoğlu yapmış olduğu bir çalışmada Sahil Çamı odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabilirliği konusunda laboratuvar şartlarında çalışmalarını gerçekleştirip, deneme levhalarının üretimi için Sinop bölgesinden alınan 10, 20 yaş grubu gövde ve dal odunları ve yapıştırıcı madde olarak üre-formaldehit tutkalı kullanmıştır. Sonuç olarak; Sahil Çamı odunlarından elde edilen yongalevhelerde, kalınlık artımı ve su alma miktarları tüm levha grupları için yüksek bulunduğu, parafin kullanım oranının %0,5'ten %1'e çıkarılması ile bu özellikler iyileştirilebileceği vurgulanmıştır. Fabrikalarda uygulanan yongaların 200-300 °C gibi yüksek sıcaklıkta kurutulması ile levhalarda geriye yaylanma ve buna bağı olarak kalınlık artımı ve su alma miktarlarında bir azalma olacağı kanaatine varıldığı belirlemiştir [7].

Nacar yapmış olduğu Okalıptüs odununun yongalevha üretiminde kullanılması imkânları adlı çalışmasında; Okalıptüs (*Eucalyptus Camaldulensis* Dehn.) odunundan elde edilen yongalarının levha üretiminde kullanılabilirliği yönünden incelemiştir.

Deneme levhalarının üretiminde yapıştırıcı madde olarak, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakalarda % 9 ve 11, orta tabakada ise %7 ve 8 oranlarında tam kuru Üre Formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Tüm levhaların dış tabakalarında %1, orta tabakalarında ise % 0.5 oranında parafin kullanılmıştır. Levhalar; üç tabakalı olarak iki farklı özgül ağırlık grubu (0.55 ve 0.65 g/cm³), iki farklı sıcaklık (130 °C ve 150 °C), iki

farklı pres süresi (5 ve 7 dk.) şartlarında üretilmiştir. Sonuçta; 0.65 g/cm^3 yoğunlukta üretilen levhalar standartlara uygun bulunmuştur [8].

Akbulut yapmış olduğu bir çalışmada, ORUS-Vezir-köprü yonga levha fabrikasında üretilen levhaların teknolojik özelliklerini incelemiştir [9].

Akyıldız yapmış olduğu çalışmada, Türkiye'deki yongalevha ve liflevha endüstrisinde faaliyet gösteren işyerlerinin sayısı, üretim kapasitesi, kapasite kullanım oranı, üretim, dış ticaret, istihdam, yatırım değerleri belirlenerek her iki sektör için ayrı incelenmiştir. Sektörün sorunları irdelenerek çözümler önerilmiştir. Ürün özelliklerinin kullanıcılar tarafından yeterince bilinmemesi sorunlar yaşanmasına neden olmakta olduğu sonucuna varmıştır [10].

Ekizoğlu yapmış olduğu çalışmada, ülkemizde bulunan yongalevha endüstri kuruluşlarının her birinden elde edilen bilgilerden yola çıkılarak, bu endüstri kolunun yapısının belirlenmesi, günümüzde ve gelecekte göstereceği gelişmeler ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışmada yongalevha endüstri kuruluşlarının, belli bir bölgeye dağılımları ele alınmayıp tüm ülke düzeyinde var olanlar üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak yongalevha dış satımının sağlanması için her şeyden önce dış pazarların ayrıntılı bir şekilde araştırılmasını ve dış satımın yapılabilmesi için ayrıca üretilen yongalevha kalitesinin yükseltilmesi ve kalite kontrolünün yapılması gerektiğini belirtmiştir [11].

Durmuş yapmış olduğu çalışmada, odunsu hammaddelerden elde edilen yongalevha orman ürünleri sanayi alanında çok geniş bir kullanım alanına sahip olduğunu belirtmiştir. Hammade alanında yaşanan problemler işletmeleri alternatif hammadde tedarikine sevk etmiştir. Yongalevha talebini etkileyebilecek faktörler; levha tüketim miktarı, fiyatı, ithalat ve ihracat miktarları, toplam ülke nüfusu, mobilya üretim miktarı, ikame malların fiyatı gibi faktörleri bu çalışmada kullanmıştır. Sonuçta %73,4 oranında ikame mal fiyat endeksi tüketimi tahmin etmede etkili bir değişken olarak belirlemiştir [12].

Sevinçli yapmış olduğu çalışmada laboratuvar şartlarında farklı karışım oranlarına sahip (%0, 25, 50, 100) atık lavanta bitkisi ve kızılçam yongalarından, bağlayıcı olarak kullanılan üre formaldehit tutkalının değişen oranlarına göre 0.65 gr/cm^3 yoğunluklu yongalevhalar üretmiştir. Sonuç olarak, 0.65 gr/cm^3 yoğunlukta, belirlenen karışım ve tutkal oranlarına göre standartlara uygun bir levhanın üretilebileceğini ortaya koymuştur [13].

Gündüz ve Yılmaz çalışmada Türkiye’de 16 farklı tesiste üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri ile ilgili genel bir çalışma yapmış olup, bazı fabrikalarda üretilen levhaların standartlara uygun olmadığını belirtmişlerdir [14].

1.2. GENEL BİLGİLER

Yakacak olarak kullanılan odunun, ısınma olarak kullanımının azalması ile yakacak odunun yongalevha ve lif levha endüstrisinde kullanımını arttırmıştır. Ahşaba alternatif ikame maddelerinin çevre için oluşturduğu olumsuzluklar karşısında son yıllarda hızla ahşap kullanımına dönüşmesi sürecinde odun hammaddesi ihtiyacı Türkiye’de de artışa neden olmuştur. Türkiye’de endüstriyel odun talebinin 13–14 milyon m³’e ulaşması, buna karşılık ülke içindeki endüstriyel odun arzının 11–12 milyon m³ civarında seyretmesi nedeniyle oluşan arz açığı ithalat yoluyla karşılanabilmektedir. Buna göre endüstriyel odun talebinin %61’i Orman Genel Müdürlüğüne devlet ormanlarından, %24’ü özel sektör üretiminden karşılanmakta, talebin %15’lik bölümü ithal edilmektedir.

Türkiye’de yonga ve lif levha endüstrilerinin odun hammaddesi açığının olduğu görülmektedir. Bu açığın nasıl kapatılabileceği, hammadde temininde karşılaşılan sorunların saptanması ve bunlara ilişkin çözüm önerileri çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

“Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri (OAİB) 2015 yılı verilerine göre; ülkemizde levha üretimi tesislerinde kaliteli levha üretimi ile Dünyada ve Avrupa’da sayılı tesisler arasında yer almaktadır. Türkiye ahşap esaslı levha üretim sektöründe dünyada 5. Avrupa’da ise Almanya’dan sonra 2. sırada gelmektedir. MDF/HDF levha üretiminde ise Avrupa’da 1. dünyada 2. sırada yer alırken, yongalevha üretiminde Avrupa da 3. dünyada 5., laminat parke üretiminde ise Avrupa’da 2., dünyada 3. sırada yer aldığı belirtilmektedir. (OAİB, 2015). Ancak ülkemizin bu sektörde üretim maliyetleri ve son kullanım yerleri bakımından katma değeri yüksek ürünleri üretme, iç ve dış pazarlara sunabilme ve rekabet edebilme konularında henüz yeterince güçlü bir yapıya kavuşmadığı belirtilmektedir [15]. “

Türkiye’de 2010-2016 yılları arasında ahşap esaslı levha üretim miktarları Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) 2017 verileri Çizelge 1.1’de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha üretim miktarları (m³/yıl).

YIL	Orta ve yüksek yoğunluklu lif levhalar (MDF/HDF)	Yonga levha	Kontrplak	Kaplama levha	OSB	Diğer lif levhalar	Toplam Üretim
2010	3265000	3060000	110000	96000	40000	15000	6586000
2011	3570000	3580000	115000	88000	40000	15000	7408000
2012	3900000	3875000	116000	85000	75000	15000	8066000
2013	4285000	4225000	116000	84000	75000	15000	8800000
2014	4885000	4425000	150000	85000	75000	15000	9635000
2015	4777000	4361000	116000	87000	75000	15000	9431000
2016	5069000	4202000	120000	270000	8000	15000	9684000

Çizelge 1.1'de toplam levha üretim miktarları incelendiğinde 2010 yılında 6.586 milyon m³ olan toplam üretim tutarı 2016 yılında 9.684 milyon m³ olduğu görülmektedir. Yongalevha üretiminde 2010-2014 yılları arasında artış gözlenmekte olup, 2014 yılından sonra düşüş meydana geldiği görülmektedir. 2014 yılında dünyada meydana gelen ekonomik kriz ülkemizde de etkili olduğundan düşüş meydana gelmiştir.

Türkiye'de 2010-2016 yılları arasında ahşap esaslı levhaların ithalat verileri Çizelge 1.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha ithalat miktarları (m³/yıl).

YIL	Orta ve yüksek yoğunluklu lif levhalar (MDF/HDF)	Yonga levha	Kontrplak	Kaplama levha	OSB	Diğer lif levhalar	Toplam üretim
2010	232000	206000	190000	42900	161000	300	832200
2011	311000	140000	244000	51000	192000	110	938110
2012	420000	286000	268000	64000	192000	20000	1250000
2013	332000	234000	293000	66500	193000	300	1118800
2014	253788	77100	293125	81629	187895	310	893847
2015	220000	63000	279000	92000	160000	2200	816200
2016	178000	78000	288000	102000	182000	1000	829000

Çizelge 1.2’de 2010-2016 yılları arasında Türkiye’de ithal edilen levha miktarları incelendiğinde; 2010 yılında toplam üretim 832.200 m³ iken, 2016 yılında 829.000 m³’e düştüğü görülmektedir. 2010-2013 yılları arasında ithal edilen levha miktarları artış olduğu 2014 yılından sonra düşüş meydana geldiği görülmektedir. Söz konusu düşüşün nedeni 2014 yılında meydana gelen ekonomik krizin ülkemizde etkisinin olmasından kaynaklanmaktadır.

Türkiye’de 2010-2016 yılları arasında ahşap esaslı levhaların ihracat verileri Çizelge 1.3’te gösterilmiştir.

Çizelge 1.3. Türkiye 2010-2016 yıllarında ahşap esaslı levha ihracat miktarları (m³/yıl).

YIL	Orta ve yüksek yoğunluklu lif levhalar (MDF/HDF)	Yonga levha	Kontrplak	Kaplama levha	OSB	Diğer lif levhalar	Toplam Üretim
2010	538000	260400	45085	21800	3600	15000	883885
2011	556000	314000	17500	20400	3000	15000	925900
2012	465000	315000	17300	21400	5000	31000	854700
2013	359622	303935	4407	16845	4574	20001	709384
2014	457640	478951	4153	17909	2495	22770	983918
2015	534000	407100	14000	19900	2900	19900	997800
2016	530000	554000	36000	20100	2000	20000	1162100

Çizelge 1.3’te 2010-2016 yılları arasında Türkiye’de ihracat miktarları incelendiğinde 2010 yılında 883.835 m³ iken, 2016 yılında 1.162.100 m³ olduğu görülmüştür. 2013-2014 yılları arasında ihracat miktarları düşüş nedeni meydana gelen ekonomik krizin ülkemizde etkisinin olmasından kaynaklanmaktadır.

Odun hammaddesi temininde, hammadde ihtiyacının yeterli olmaması ve yurt dışındaki ülkelere göre ülkemizde daha pahalı olması nedeniyle büyük bir bölümü ithal odun ve odun yongası ile karşılanmaktadır. Odun açığı sorununun çözümünde, ihtiyaç olan hammaddenin iç kaynaklardan temin edilmesi ile dış alım oranı azalacaktır. Ülkemizde üretim politikaları oluşturulması ve çıkarılacak yasalar ile vergi oranlarının düşürülmesi hammadde teminini arttırır.

Dünya nüfusundaki artış ve orman kaynaklarındaki azalma da dikkate alındığında, mobilya üretiminde en büyük hammadde kaynağı olan ağaçtan yararlanılmaktadır. Bu nedenle, mobilya üretiminde işletmeler masif ağaç malzeme yerine talaş, düşük kalitede tomruklar, odun dışı ürünler (tarım ve orman atıkları) hammadde olarak değerlendirilebilir. Yongalevhalar ağaç levha endüstrisinde en büyük üretim payına sahip malzemedir.

Yongalevha üretiminde odun tamamen yongaya dönüştürülerek, fire vermeksizin istenilen ebatlarda levhalar üretmek mümkündür. Ayrıca, yongaların boyutları ve pozisyon açılarının da istenilen şekilde yönlendirilmesi ile levhaların direncinin artırılması, üretim aşamasında yapılacak işlemlerle hidrofobik, yangın, böcek ve mantarlara karşı dayanıklı levhaların üretilebilmesi de mümkündür. Yongalevhalar küçük odun parçacıklarından üretildiği için masif ağaca göre daha homojen bir yapıya sahip olup, masif ağaçta görülebilecek; çalışma, geniş tabla elde etmede yaşanabilecek güçlükler gibi sorunları olmayan, dikkate değer bir malzemedir [16].

Yongalevhalar günümüz mobilya sektöründe yatak odasından yemek odasına, mutfaktan banyoya, çocuk odasından oturma odasına kadar geniş bir yelpazede tablalı mobilya üretiminin her safhasında kullanılabilirdiği gibi, duvar kaplama, sökülebilir bölme yapımı, prefabrik bina yapımına kadar birçok değişik amaç için de üretilmekte ve kullanılmaktadır. Ülkemizde üretilen yongalevhaların; %73.5'i mobilya üretiminde, %11.2'si inşaat sektöründe, %13'ü dekorasyonda, %0.2'si prefabrik ev yapımında kullanılmaktadır [17].

Yongalevhaların bu kadar geniş bir kullanım alanına sahip olmasından dolayı üretilen yongalevhaların özellikleri ve bu özelliklere etki eden faktörlerde çok çeşitli olmaktadır. Yongalevha üretiminde kullanılan odunun cinsi, yoğunluğu, sertliği, yongaların boyutları, serme metotları, rutubet miktarları, kurutma zamanları, presleme şartları, levha kalınlıkları, yüzey kalitesi, yüzeyin kaplanmış olup olmadığı, içindeki kum miktarı kullanılan tutkal türü, içerdiği emprenye maddeleri gibi malzeme özelliklerine göre çeşitli maksatlara uygun yongalevha üretimi yapılmaktadır [18].

1960 yılında 3.1 milyon m³ olan dünya yongalevha üretimi, 1980 yılında 41.2 milyon m³, 1999 yılında 75.2 milyon m³, 2001 yılı sonunda ise 84.4 milyon m³ seviyesine ulaşmıştır. Günümüz itibariyle dünya yongalevha üretim kapasitesinin %44'ü Avrupa'da, %38'i Kuzey ve Orta Amerika'da, %7'si Asya'da bulunmaktadır [19].

Dünyadaki gelişmeye paralel olarak ülkemizde de yongalevha üretiminde büyük artışlar yaşanmıştır. Türkiye’de ilk yongalevha fabrikasının kurulduğu yıl olan 1950’de üretim 3000 m³ iken, 2000 yılı sonunda 1.9 milyon m³ seviyesine ulaşmıştır. Günümüzde Türkiye’deki yongalevha tüketimi dünyadaki yongalevha tüketiminin yaklaşık %1.76’sını oluşturmaktadır [19].

1.3. DÜNYA ORMAN VARLIĞI

Dünya orman varlığı FAOSTAT (2016) tarafından yayımlanan son istatistiklere göre dünyada orman alanı 3,999 milyar hektardır (ha). Afrika, Amerika, Asya, Avrupa ve Okyanusya’da 2010-2015 yılları arasında var olan orman alanları Çizelge 1.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 1.4. Dünyada 2010-2015 yılları arası orman alanları (ha).

	DÜNYADA	AFRİKA	AMERİKA	ASYA	AVRUPA	OKYANUSYA
2010	4015672.96	638282.16	1602411.79	589405.37	1013572.02	172001.63
2011	4012365.09	635446.25	1600462.10	590196.61	1013954.12	172306.02
2012	4009057.23	632610.35	1598512.41	590987.86	1014336.21	172610.41
2013	4005749.36	629774.44	1596562.72	591779.11	1014718.3	172914.8
2014	4002441.49	626938.53	1594613.03	592570.35	1015100.39	173219.19
2015	3999133.62	624102.63	1592663.34	593361.6	1015482.48	173523.58

Çizelge 1.4’te dünyada orman alanları incelendiğinde orman alanı bakımından Amerika kıtası en fazla alana sahiptir. 2010 yılında dünyada 4.01 milyar ha olan orman alanı 2015 yılında 3.999 milyar ha olduğu görülmektedir.

2015 yılı FAOSTAT verilerine göre Dünya ülkelerinde bulunan orman alanları Çizelge 1.5’te gösterilmiştir.

Çizelge 1.5. 2015 yılı ülkelere ait orman alanları (ha).

RUSYA	814930,5	PERU	73973
BREZİLYA	493538	HİNDİSTAN	70682
KANADA	347069	MEKSİKA	66040
AMERİKA	310095	TÜRKİYE	11715
ÇİN	208321,3		
İSPANYA	18417,87		

FAOSTAT (2015)'e göre orman alanı büyüklüğü bakımından Rusya Federasyonu (814 milyon ha), Brezilya (493 milyon ha), Kanada (347 milyon ha) ve ABD (310 milyon ha) öne çıkan ülkelerdir.

Dünyada ormancılık alanında bilinen bir gerçek, orman alanlarının azalmakta olduğudur. FAO tarafından yayımlanan istatistiki bilgilere göre; 1990 yılında dünya orman varlığı 4,07 milyar ha olarak hesaplanırken bu rakam 2015 yılında 3,999 milyar ha'ya gerilemiştir.

1.4. KASTAMONU ENTEGRE AĞAÇ SANAYİ TİC. A.Ş.'NİN TARİHÇESİ

Hayat Holding'in iki lokomotif şirketinden biri olan Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi, ağaç bazlı panel endüstrisinde üretim yapmak üzere 1969 yılında İstanbul'da kurulmuştur. 1971 yılında ilk yongalevha tesisi Kastamonu'da üretime başlamıştır. 1975 yılında Kastamonu'da ikinci yongalevha üretim tesisi açılmıştır. 1994 yılında ülkemizde ilk kontinü mdf tesisi Gebze'de kuruldu. 1998 yılında yurt dışı yatırımı olarak Romanya Özelleştirme İdaresinden S.C. Prolemn S.A. şirketini alarak, kereste, kontrplak ve kaplama üretimine başladı. 1999 yılında Gebze'de laminat parke üretimine başlandı. Yurt dışında ikinci yatırım olarak Bulgaristan'ın Kazanlık bölgesindeki Gabrovnitsa şirketi satın alınıp, şirketin mevcut yongalevha tesisini modernize edildi. 2002 yılında Romanya'da ilk Dorpan kapı paneli ve Gebze'de ikinci mdf tesisi kuruldu. 2004 yılında yurt dışındaki üçüncü lokasyon olan Notron Kağıt Fabrikası satın alınıp, revizyon ve kapasite artış projeleri ile kraft ambalaj kağıdı üretimine başlandı. 2005 yılında Balıkesir'de yongalevha tesisi üretimi yapılmaya başlandı.. 2006 yılında Romanya'da ikinci Dorpan kapı paneli tesisi üretime başladı. 2007 yılında Gebze'de bulunan Tever Ağaç Yongalevha üretim tesisi satın alındı. 2008 yılında Kastamonu'da organize sanayide bulunan mdf tesisinde, mdf ve laminat parke üretimine başlandı. 2009 yılında

Samsun'da bulunan Yontaş Yongalevha tesisi satın alındı. 2010 yılında Tarsus'ta kurulu olan Samedoğlu Yongalevha tesisi satın alındı. 2012 yılında Adana mdm tesisi üretime başlandı. 2016 yılında odun yongası tedariki sağlamak amacıyla Florida'da Kastamonu USA kuruldu. Aynı yıl içerisinde Rusya-Tataristan-Alabuga ikinci mdm hattı kuruldu. 2017 yılında İtalya'nın üçüncü büyük yongalevha üreticisi Gruppo Trombini şirketine ait Pomposa ve Frossasco'da bulunan iki yongalevha üretim tesisi satın alındı.

Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi olarak;%50 oranında iç piyasadan temin edilen hammaddeler, %40 oranında ABD, Kanada, Bulgaristan ve Ukrayna'dan ithal edilen hammaddeler ve %10 oranında sanayi atığı kullanılmaktadır. İç piyasadan çam, göknar, kayın, meşe, kestane, kavak odunu alınmakta, ithalat olarak çam yongası, meşe, kayın, huş, akçaağaç odunu ithal edilmektedir. Sanayi atığı olarak çam kapak tahtası, şerit talaşı, planya talaşı kullanılmaktadır.

1.5. YONGALEVHA TEKNOLOJİSİ

1.5.1. Yongalevhanın Tanımı

Yongalevha, odun yongaları veya otsu materyal yongalarından elde edilmesiyle sentetik tutkalla basınç ve ısı yardımıyla oluşan kompozit bir malzemedir. En önemli kullanım alanı mobilya endüstrisidir. Üç farklı özgül ağırlıkta olmak üzere düşük ($590 \text{ kg/m}^3 > x$), orta ($590-800 \text{ kg/m}^3$) ve yüksek ($800 \text{ kg/m}^3 < x$) özgül ağırlıkta üretilmektedir [20].

İlk tek katlı üretilen ve daha sonra yüzey düzgünlüğü için üç katlı yongalevhalar üretilmiştir. Daha küçük yongalar yüzey tabakalarında kullanılmıştır [21].

Yüzeyleri genelde ince odun talaşlarından ve iç tabakaları kaba talaşlardan yapılır. Kaplama ve boyama yapabilmek için pürüzsüz yüzeye sahip olmaları gerekir [22].

BS 1811 İngiliz standartlarına göre ise, odun veya diğer lignoselozik lifli materyalin (odun yongası, testere talaşı, keten lifleri) bir tutkal ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır [2].

Yongalevha, genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga veya küçük parçacıkların sentetik bir reçine ya da uygun bir yapıştırıcı yardımı ile ısı ve basınç altında geniş ve büyük yüzeyli levhalar haline getirilmesi ile oluşan ve gerek bina yapımında gerekse mobilyacılıkta kullanılan bir malzemedir [23].

Yongalevhanın genel görünümü Şekil 1.1’de görülmektedir.



Şekil 1.1. Yongalevha genel görünüşü.

“Ağaç malzeme günümüzde hem masif hem de odun kompozitleri olarak çok geniş ve değişik alanlarda değerlendirilmektedir. Masif ağaç malzemenin anizotrop yapısı, geniş yüzey gerektiren kullanım yerlerinde yetersiz kalması ve ekonomik nedenlerle odun hammaddesinden teknik yollarla yongalevha, lif levha, kontrplak vb. ahşap levhalar üretilmektedir. 1940’lı yıllarda endüstriyel olarak, odunun doğal kusurlarından arındırılmış, izotrop ve homojen bir yapıya sahip yongalevha üretimine başlanılmıştır. Türkiye’de yongalevha ve liflevha endüstrileri 1950’li yıllarda kurulmuştur. Özellikle, II. Dünya savaşından sonra şehirlerin yeniden yapılandırılması çalışmalarında geniş boyutlu malzemeye duyulan ihtiyaç nedeniyle yongalevha ve lif levha endüstrileri hızla gelişmiştir [24].”

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

1.5.2. Yongalevhaların Sınıflandırılması

Yongalevhaları üretim sistemlerine ve değişik parametrelere göre aşağıdaki şekilde sınıflandırılır.

- a) “Kullanılan hammadde türüne göre yongalevhalar;
 - i. Odun yongaları kullanılarak üretilen levhalar.
 - ii. Bitkisel artıklar kullanılarak üretilen levhalar.
 - iii. Tetrapak kutuları kullanılarak üretilen levhalar.
- b) Levhanın emprenye edilmesine göre yongalevhalar;
 - i. Emprenye edilmiş levhalar.

- ii. *Emprenye edilmemiş levhalar.*
- c) *Özgül ağırlıkları bakımından yongalevhalar;*
- i. *Düşük özgül ağırlıktaki (hafif) yongalevhalar (0,59 gr/cm³'ten daha düşük olanlar).*
- ii. *Orta derecedeki özgül ağırlıktaki yongalevhalar (0,59-0,80 gr/cm³ olanlar).*
- iii. *Yüksek (ağır) özgül ağırlıktaki yongalevhalar (0,80 gr/cm³'ten yukarı olanlar).*
- d) *Presleme yöntemlerine göre yongalevhalar;*
- i. *Yatay yongalı levhalar: Bu tür yongalevhalarda yongalar genellikle levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.*
- ii. *Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tür yongalevhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongalar ise levha yüzeyine dik olarak yer almaktadır.*
- e) *Tabaka sayılarına göre yongalevhalar;*
- i. *Tek tabakalı (homojen) yongalevhalar.*
- ii. *Üç tabakalı yongalevhalar.*
- iii. *Beş tabakalı yongalevhalar.*
- iv. *Tabakaları belirsiz yongalevhalar.*
- f) *Yonga büyüklüğü ve geometrisine göre yongalevhalar;*
- i. *Normal yongalı levhalar (Particleboard): Yonga kalınlıkları 0,25-0,40 mm, genişlikleri 2-6 mm ve uzunlukları 10-25 mm kadar olan yongalardan üretilen levhalardır.*
- ii. *Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Yonga kalınlıkları 0,5-0,7 mm, genişlikleri 25-40 mm ve uzunlukları 35-75 mm kadar olan yongalardan üretilen yongalevhalar. Bunlar ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesi olarak üretilmektedir.*
- iii. *Şerit yongalı levha (Flakeboard): Yonga kalınlığı 0,5-0,7 mm, uzunluğu 35-75 mm (etiket yongalı levha ile aynı), ancak genişliği 9-10 mm kadar olan yongalara sahip levhadır.*
- iv. *Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board–OSB): Yonga kalınlıkları 0,4-0,8 mm, genişlikleri 6-25 mm ve uzunlukları 38-63 mm kadardır.*
- g) *Üretimde kullanılan bağlayıcı türüne göre yongalevhalar;*
- i. *Sentetik reçine kullanılarak üretilenler (Üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit ve izosiyanat tutkalı gibi).*
- ii. *Anorganik bağlayıcı kullanılarak üretilenler (çimento ve alçı).*
- h) *Üretimde kullanılan metoda göre yongalevhalar (Kalıplaşmış yongalevhalar);*
- i. *Thermodyn yöntemi ile üretilenler.*
- ii. *Collipres yöntemi ile üretilenler.*
- iii. *Werzalit yöntemi ile üretilenler.*
- i) *Kaplanmış yongalevhalar;*
- i. *Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar.*
- ii. *Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış olanlar, ahşap kaplama levhası ile kaplanmış yongalevhalar: Her iki yüzü ahşap kaplama levhası ile kaplanmış orta yoğunluktaki yatık yongalı levhalardır [17].”*

1.5.2.1. Yongalevhaların TS EN 309'a Göre Sınıflandırılması

- a) “Üretim işlemlerine göre [1];
- i. Yatık preslenmiş.
 - ii. Dik preslenmiş.
 - iii. Kalıplanmış (şekillendirilmiş).
- b) Yüzey durumlarına göre;
- i. Preslenmiş (zımparalanmamış).
 - ii. Zımparalanmış veya planyalanmış.
 - iii. Kaplanmış (sıvı kaplama, örneğin boya ile).
 - iv. Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş (lam kaplama vb.).
- c) Şekil ve formlarına göre;
- i. Düz.
 - ii. Yüzeyi profilli.
 - iii. Kenarı profilli.
- d) Parçaların şekil ve ölçülerine göre;
- i. Talaş levha.
 - ii. Yaprak levha.
 - iii. Şekillendirilmiş levha.
 - iv. Odunlaşmış diğer bitkilerden (Örneğin, keten, kenevir ipliği vb.) üretilen panolar.
- e) Yapılarına göre;
- i. Tek tabakalı.
 - ii. Çok tabakalı.
 - iii. Sınıflandırılmış.
 - iv. Kalıplanmış (şekillendirilmiş) delikli levhalar.
- f) Kullanımlarına göre;
- i. Genel amaçlı levhalar.
 - ii. Kuru şartlarda, kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dahil) levhalar.
 - iii. Konstrüksiyonlarda taşıma amaçlı kullanılan levhalar.
 - iv. Aşırı yüklenebilen levhalar.
 - v. Biyolojik tehlikelere karşı dayanıklılığı geliştirilmiş levhalar.
 - vi. Ateşe dayanıklı levhalar.
 - vii. Ses absorbe eden levhalar.
 - viii. Diğerleri.”

Yongalevhalar üretim işlemlerine göre;

- a. Yatık preslenmiş yongalevhalar; yongaları levha yüzeyine paralel durumda olan

levhalardır. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.

b. Dik preslenmiş yongalevhalar; presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Yongalar genellikle levha yüzeyine dik durumdadır. Okal tipi levhaların eğilme direnci ve kalınlık artımı hariç, diğer özellikleri yatay yongalı levhalardan üstündür. Bu iki sakıncalı durum levhaların kaplanmasıyla giderilir. En önemli kullanım alanı prefabrik evlerdir. Kaplanmış levhaları mobilya, kapı, radyo ve televizyon kutusu üretiminde de kullanılabilir [27].

c. Kalıplanmış (şekillendirilmiş) yongalevhalar; uygun yapıştırıcı maddeler ile tutkallanmış odun yongaların özel kalıp preslerde, sıcaklık ve basınç etkisi altında tek kademede biçimlendirilerek uygun malzeme ile kaplanmasıyla üretilen levhalardır. Bu ürünlerde tutkallama, çivilenme, vidalanma, kırılma, kırılma, kırılma birleştirme ve metal birleştiriciler ile yan yana getirilme gibi ek birleştirme maliyetlerine gerek yoktur [20].

Yüzey durumlarına göre [1];

- a. Preslenmiş (zımparalanmamış)
- b. Zımparalanmış veya planyalanmış
- c. Kaplanmış (sıvı kaplama)
- d. Basınç altında, katı bir malzeme ile yüzeylendirilmiş (örneğin, dekoratif lamine kaplama)

1.6. YONGALEVHALARIN GENELÖZELLİKLERİ

Yongalevhalar ucuzlukları ve biçim değiştirmemeleri nedeni ile bugün büyük ölçüde masif ağaç ve kontrtablanın yerini almış gibidir. Bunlar her türlü mobilya, kaplamalı kapı, tavan, lambri gibi dekorasyon işleri; mağaza, gazino, tiyatro ve sinema salonları dekorasyonu; gemi otobüs ve prefabrik ev yapımında ve benzeri yerlerde başarı ile kullanılmaktadır [23].

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

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

Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplamalar ve laminatlarla kaplanmak suretiyle atraktif görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özelliklerde ıslah edilebilir [27].

1.7. YONGALEVHA ENDÜSTRİSİNİN GELİŞİMİ

Yongalevhanın tarihçesine bakıldığında 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi yayınında ilk olarak testere talaşı ve kan albumininden yaralanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile yongalevha üretiminin fikrini ortaya koymuştur. 1905'te Amerikalı Watson ince odun parçacıklarını presleyerek levha haline getirmek suretiyle bugün talaş levha adı verilen materyali elde etmiştir. 1918 yılında Almanya'da Beckmann orta kısmı yonga veya odun tozlarından, alt ve üst yüzeyleri ise kaplamadan oluşan bir levha elde etmiştir.

Alman Freudenberg, 1926 yılında planya talaşlarını tutkalla karıştırarak bir levha üretebileceğini ortaya atmıştır. Ortaya konan levhanın tutkal miktarı %3-10 arasında değişmektedir. Günümüzde elde yongalevhalarda bu oranda tutkal kullanılmaktadır.

“1933'te Amerikalı Nevin, kaba testere talaşı ve artık talaşların bir tutkal maddesi ile karıştırılmasını ve daha sonra ısı uygulamak suretiyle basınçlı bir sistemde levha üretme

tavsiyesinde bulunmuştur. Yine 1933 yılında Fransız Antoni, fenollü veya üre tutkalları ile yapılandırılmış odun lifleri, yongaları ve büyük talaş parçacıklarına, hatta metal ağlar da karıştırarak bir levha yapılmasını öne sürmüştür [28].”

1941 yılında ticari amaçlı yongalevha üretimi yapan ilk firma Torfit-Werke AG firması Almanya'nın Bremen eyaletinde kurulmuştur. Torfit-Werke AG firması tutkal olarak fenolik reçine kullanılmış ve ladin yongalarından günde 10 ton levha elde etmiştir. Elde edilen levhaların preslerinde kullanılan basınç 80-100 kp/cm², sıcaklık ise 50° C'dir. Bu nedenle küçük yongacıkların kullanılması sebebiyle üretilen yongalevhaların özgül ağırlığı 0,9-1,1 gr/cm³tür[29].”

Yongalevha endüstrisi ilk olarak Orta Avrupa ülkelerinde gelişmesinin nedeni, II. Dünya Savaşı'nın bu ülkelerde hasarların sonucunda kereste kullanımında tasarruf sağlanması ve kereste yerine kullanımı ve boyutları daha uygun olan yeni bir yapı malzemesinin kullanılması isteğidir.

“İkinci Dünya Savaşından sonra gerek Avrupa'da gerekse Amerika'da yongalevha üretimi büyük bir gelişme göstermiştir. Fenolik reçineler yerine daha ucuz ve düşük sıcaklıklarda sertleşen üre formaldehit reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda büyük gelişmeler gösteren makine ve üretim metotları sayesinde yongalevha üretimi hızla ilerleme kaydetmiştir. Bütün bu gelişmelerin yanı sıra, levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar artırılmış, yongalevha üretiminde kullanılan yongaların biçim ve büyüklükleri, ağaç türleri, levhaların özgül ağırlıkları üzerinde durularak, yonga kalınlığının levha kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğu Kluditz tarafından belirlenmiştir. Buna göre yonga kalınlığı arttıkça, eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir [28].”

1.7.1. Türkiye'de Yongalevha Üretiminin Tarihsel Gelişimi

Türkiye'de ilk yongalevha fabrikası 1955 yılında Sunta T.A.Ş. tarafından İstanbul Kartal'da kurulmuştur. Başlangıçta yılda 3000 m³ olan üretim kapasitesi daha sonraki yıllarda 90000 m³'e kadar çıkmıştır. 1960 yılında ise Modern Kontrplak ve Suni Tahta Sanayi Ltd. Şirketi tarafından İstanbul Halkalı'da kurulan kontrplak fabrikasına ilave olarak 1967 yılında yongalevha fabrikası kurularak üretime geçmiştir. Kartal ve Halkalı'da kurulan bu iki yongalevha fabrikası ülkemizde yongalevha üretiminde öncü olmuşlardır. Daha sonra Isparta Eğridir yolu üzerinde Orma Orman Mahsulleri Entegre Sanayi T.A.Ş. 1972 yılında 3 yongalevha fabrikasını kurmuştur. Bu fabrikada üretilen yongalevhalar 3 tabakalı olup, her 3 tabakada çam yongalar kullanılmıştır [28].

II. Beş yıllık Kalkınma Planının getirdiği teşvik tedbirlerinden yararlanılarak Bursa İnegöl'de İstaş, İnegöl Sanayi Tesisleri T.A.Ş., Kastamonu'da Ağaç Sanayi ve T.A.Ş. tarafından iki yongalevha fabrikası daha kurulmuştur. Kastamonu yongalevha fabrikasında üretilen Yongapan adlı levhalarda odun hammaddesi yanında kenevir

artıkları da değerlendirilmiştir. Bugün ise ülkemizde 20'nin üzerinde yongalevha üretim tesisi mevcuttur. Bununla birlikte yongalevha üretimine yapılan yatırımlar gün geçtikçe artmaktadır [30].

Türkiye'de 1970-80'li yıllarda yongalevha fabrikalarının kapasitelerinin geliştiği gözlenmekte olup 26 tane yongalevha üretim tesisi bulunmakta, bu fabrikalarda bir fabrika kalıplanmış yongalevha (Werzalit), 2 fabrika çimentolu yongalevha üretim, 23 fabrika ise çeşitli ebatlarda yongalevha üretmektedir. Yongalevha üreten 26 fabrikadan 1'i sürekli presle üretim yaparken, diğer 25'i kesintili olarak tek veya çok katlı preslerde üretim gerçekleştirmektedir. 26 yongalevha üretim tesisi bulunan fabrikalardan 6'sında (%23) melamin kaplama hattı bulunmazken, 20'sinde (%77) mevcuttur. Buna göre; fabrikalardan %23'ü ürünlerini çıplak olarak, %77'si hem çıplak hem de büyük bir kısmını melamin emdirilmiş dekorlu kâğıtlarla kaplayarak piyasaya sunmaktadır. Fabrikalar ürünlerinin büyük bir kısmını kapladıktan sonra pazarlamaktadır [27].

Sektördeki yongalevha kuruluşlarının 11'i (%42,3) Karadeniz, 6'sı (%23) Marmara, 4'ü (%15,3) Ege, 3'ü (%11,5) İç Anadolu ve 2'si (%7,6) Akdeniz bölgesinde, lif levha kuruluşlarının ise 6'sı (%54,5) Marmara, 4'ü (%36,3) Karadeniz ve 1'i (%9) Ege bölgesinde yer almaktadır [27].

Dünyanın en büyük levha üreticisi Çin'dir. ABD ikinci, Almanya ve Türkiye üçüncü ve dördüncü sıradadır. Ülkemiz mevcut üretim rakamları ile dünya levha sektörünün önemli bir üyesi olduğunu göstermektedir [29].

Sektörde ana girdiler odun ve tutkal olup, diğerlerini katkı maddeleri, yakıt ve enerji oluşturmaktadır. Tesislerimizin tamamında melamin kaplama hattı bulunmakta ve ürünlerinin büyük bir kısmını kapladıktan sonra pazarlamaktadırlar. Kuruluşlarımızın çoğunluğu Türk Standartları Enstitüsü (TSE) Kalite Yeterlilik Belgesi, TSE Uygunluk Belgesi, ISO 9001, ISO 9002, ISO 14000, OHSAS 18001, SA 8000 standart belgelerini almışlardır [29].

1.8. YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER VE ÖZELLİKLERİ

Yongalevha üretiminde hammadde olarak en çok odun kullanılmakta ve hammadde olarak levha ağırlığının %90'ından fazlasını oluşturmaktadır. Kullanılan bu odunlar

genellikle iğne yapraklı ağaçlardan elde edilmektedir. Ayrıca yıllık bitkilerin odunsu kısımları da kullanılabilir [31].

Yıllık bitkilerin kullanıldığı birçok araştırmada, ziraatsal atık ve yıllık bitkilerin toplanması, taşınması esnasında bazı zorluklarla karşılaşıldığı görülmektedir. Ancak fiziksel ve kimyasal bakımdan, oduna benzer özelliklerdeki materyalin bol bulunduğu bölgelerde, orman ürünleri sanayi için hammadde olarak kullanımının, ekonomik olarak avantaj sağlayabileceği düşünülmektedir [32], [33].

1.8.1. Odun

TS 1351'e göre lif yonga odunu iğne yapraklı ve sert yapraklı olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Ayrıca yuvarlak ve yarma halde olanları da bulunmaktadır. Yarma şeklinde olanların uzunluk 100-200 cm, yuvarlak olanların ise uzunlukları Şekil 1.2'de görüldüğü gibi 50-100-150-200 cm, ince uç çapları ise 4-20 cm'dir [34].



Şekil 1.2. Değişik kalınlıkta odunlar.

“Yongalevha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk miktarları ağacın türü, yaşı ve yetiştirme ortamına bağlı olarak yaklaşık olarak %5-25 arasında değişmektedir. Yuvarlak ince odunların kabuklarının soyulması zor ve pahalı bir işlemdir [35].”

“Odun yongaların yüzey pürüzlüğü levha özelliklerini etkilediğinden, düzgün yüzeyli yongalar elde etmek ve daha az enerji harcamak amacı ile yumuşak odunlu ağaçlar tercih edilmelidir. Odun yongalarının özgül ağırlığının düşük olması tutkal sarfiyatını arttırdığından, üretimde 400-700 kg/cm³ özgül ağırlıklı olan odunların kullanılması önerilmektedir [26].”

“Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece fazla sakınca yoktur. Genellikle son yıllarda kabuğun yongalevha endüstrisinde değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır [26].”

“Yongalevhanın yoğunluğu üzerine ağaç türünün etkisi fazla olduğu için, üretimde, üretim teknolojisi ve üretilen levhanın özelliklerine bağlı olarak, yoğunlukları farklı ağaç türlerinin kullanılabilirliği belirtilmektedir [36].”

“Yongalevha üretimi için en uygun ağaç türlerinin iğne yapraklılardan çam, ladin, göknar ve sedir, yapraklılardan ise kızılğaç, ihlamur, kayın, kavak ve söğüt türlerinin olduğu belirtilmektedir. Ayrıca bu maksatla ormangülü, sahil çamı, titrek kavak ve yalancı akasya türlerinin de kullanılabileceği bildirilmektedir [26].”

“Odunda budak, çatlak, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Odunun yoğunluğu, asiditesi (pH), içerdiği ekstraktif maddeler ve rutubeti de levha kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır [36].”

“Düzgün yüzeyli yongalar üretmek için hammadde odun rutubetinin %30-60 arasında olması öngörülmektedir. Rutubet miktarı %30'un altında olursa yongalama ve elemelerde toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. %60'ın üzerinde olması durumunda ise, yongaların yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfiyatı artar ve bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma zayıf olur [38].”

1.8.2. Orman Artıkları

Ormanda fazla eğri, ince ve kısa haldeki gövde ve dal odunlarının taşınması güçlüğü dolayısıyla yongalanarak değerlendirilmesi çeşitli ülkelerde uygulanan bir yöntemdir. Hatta son yapılan araştırmalarda iğne yapraklı ağaçlar dal ve ibreleri ile birlikte yongalanmakta, çeşitli eleklerden geçirilerek bu maksat için uygun yongaların değerlendirilmesi yoluna gidilmektedir. Ancak, gerek üretim gerekse taşınma esnasında taş parçacıkları, toz, kum vs. gibi materyalle yongaların kirlenmesi çeşitli problemler ortaya çıkarmaktadır [38].

Boyu 0,5–2 mm arasında ve kalın uç çapı 20 cm ince uç çapı 4 cm olan dallar ile 20 cm kalınlığı geçmeyen odunlar bu sınıfa girer. pH değeri düşük olan her türlü orman artığı yongalevha üretiminde kullanılır [39].

1.8.3. Yıllık Bitkiler

Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddelerin başında odun gelmektedir. Bu maksatla keten, kenevir, pamuk sapları, şeker kamışı, bambu, saz, yer fıstığı kabuğu, saman, ayçiçeği çekirdeği kabuğu ve lifi gibi bitkisel madde veya artıklardan yongalevha üretimi mümkün olduğu belirtilmektedir. Ancak yeterli miktarda olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz ve materyalin mantarlar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerin kullanılmasında en büyük sorun materyalin homojen olmayışıdır. Hammaddenin bulunmasında karşılaşılan sorunlar neticesinde son zamanlarda çeşitli araştırmalar yapılmıştır [40].

Yıllık bitkilerin levha üretimine uygun olması yeterli değildir. Miktarının yeterli olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz olması ve materyalin zararlılar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Yıllık bitkilerden; keten, şeker kamışı, bambu (bambu kamışı, hint kamışı), göl kamışı, pamuk vb. bitkilerin odunsu kısımlarının levha üretiminde kullanılmasında teknolojik zorluk yoktur. Tek sorun bunların uzun süre bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı korunabilmesidir. Özellikle sıcak ve rutubetli iklim bölgelerinden bunların korunması oldukça zordur [41].

Younquist, kenaf liflerinden üretilen kompozit levhaların Amerikan Standart Enstitüsünce belirtilen temel sert lif levha standartlarına uygun olduklarını belirtmişlerdir [42].

Salyer ve arkadaşları, yıllık bitkilerin kompozit panel üretiminde şeker kamışının önemli bir yeri var olduğu ve %92 şeker kamışı, %8 üre formaldehit ve 0,74 g/cm³ özgül ağırlıkta 10 mm kalınlıkta yüksek kalitede levhalar üretilmiştir [43].

Poblo ve arkadaşları, muz saplarından 590–640 ve 670–720 kg/m³ özgül ağırlıklarda yongalevhalar üretmiştir. %10 oranında üre formaldehit reçinesi kullandığı levhalarda, yüksek özgül ağırlıkta üretilen levhaların düşük özgül ağırlıkta üretilen levhalara göre fiziksel ve mekanik özelliklerinin yüksek olduğunu, odun yongaları ile karıştırılınca mekanik özelliklerinin daha da arttığını belirtmektedir. Mısır saplarından yongalevha ve lif levha üretildiği belirtilmektedir. Bir araştırmada %92 mısır sapı, %7 üre formaldehit reçinesi, %1 parafin ve 0,74 g/cm³ özgül ağırlıkta 16 mm kalınlıkta üretilen kompozit levhaların direnç özellikleri standart değerler yakın olduğu belirtilmektedir [44].

Amerika'da Minnesota Üniversitesi'nde ayçiçeği sapı ve tablasından levha üretilmesi konusunda değişik çalışmalar yapılmıştır. Gertjeansen ve arkadaşları, %50 kavak ve %50 ayçiçeği tablası karışımından yongalevha üretmişlerdir. Bu çalışmada, %92 ayçiçeği tablası, %7 üre formaldehit tutkalı ve %1 parafin karıştırılarak 0,78 g/cm³ özgül ağırlık ve 10 mm kalınlıkta yongalevhalar üretilmiştir [45].

1.8.4. Yapıştırıcı Maddeler

1.8.4.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Üre formaldehit tutkalı; üre ile formaldehitin yaptığı kademeli bir kondenzasyon ürünüdür. Formaldehit metanolden, metanol ise maden kömürü ve oksijen

üretilmektedir. Formaldehit ise, metanolün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde edilmektedir [46], [47].

Üre-formaldehit reçineleri piyasada sıvı yahutta toz halinde bulunmaktadır. Toz şeklinde olanı nakil kolaylığı ve depolarda daha uzun müddet dayanmaları bakımından kullanışlı ve elverişli bir durumdadır. Kullanılacağı zaman suda çözeltir. Sertleştirici madde de sıvı veya toz halinde olur. Bazan da reçine, sertleştirici maddelerle karıştırılmış olarak hazır bir şekilde piyasaya arz edilir. Bu takdirde kullanılacağı zaman sadece suda çözülmek kafi gelmektedir. Sıvı reçinenin depolarda 3-6 ay dayanmasına karşılık toz halinde olanı takriben 1 yıl müddetle bozulmadan muhafaza edilebilir. Üre-formaldehit reçinesinin 5° C'den 110° C'e kadar kullanılan geniş bir tatbikat alanı mevcuttur. Bazı firmalar her maksada elverişli olan ve evsafı kullanılan sertleştirici maddeye göre değişen üre-formaldehit reçinesi tertipleri yapmaktadırlar [49].

1.8.4.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Fenol formaldehit tutkalı, yapay reçinesinden üretilir. Fenol yapay reçine ise; su, taşkömürü ve havadan kimyasal yollarla üretilir. Toz şeklinde olanı, çoğunlukla alkol ve su ile karıştırılarak oda sıcaklığında uygulanır. Sıvı şeklinde olanlara, bazı kimyasal maddeler ve dolgu maddeleri katılabilir [35].

Fenol formaldehit tutkalı suya, rutubete ve atmosferik koşullara karşı dayanıklı yapışma sağladığı için açık hava şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhaların üretimi için uygun bulunmaktadır. Ancak, koyu renkli oldukları için levhalarda koyu renk söz konusu olmakta veya küçük kırmızı lekeler şeklinde görüntüler oluşturmaktadır [29].

Fenol reçineler üreden daha yüksek sıcaklıklarda fakat daha yavaş sertleşirler. Fenol reçineler oldukça yüksek molekül ağırlıklıdır dayanıklı ve serttir. Yongalar arasında güçlü ve suya karşı dirençli yapışmalar sağlamaktadır [49].

1.8.4.3. Melamin Formaldehit Tutkalı

“Melamin formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalının üretimine benzemektedir. Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90–140°C sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000 °C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000 °C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamide dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamid meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında % 100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan trimetilolmelamin meydana gelir. Kondenzasyon 5–6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar

depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir [50].”

“Melamin formaldehit tutkalı üre ve fenol formaldehit tutkalına oranla daha pahalıdır, melamin tutkalı maliyeti pahalı olduğu için üre formaldehit kadar kullanılmaz. Ancak melamin tutkalına üre katılarak maliyet düşürülebilir. Sulu çözeltinin ömrü çok az olup 3 hafta dayanabilir. Melamin tutkalı rutubete karşı fenol tutkalından dayanıksızdır, üre tutkalından ise daha dayanıklıdır [35].”

“Melamin tutkalı 90-140 °C sıcaklıklar arasında herhangi bir sertleştirici madde olmadan sertleşebilmektedirler [40].”

“Melamin tutkalı daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır [49].”

1.8.4.4. Resorsin Formaldehit Tutkalı

“Resorsin formaldehit tutkalı fazla kullanılmayan bir tutkaldır. Bunun sebebi ise pahalı olmasıdır. Fakat her türlü açık hava şartlarına, kaynar suya, asitlere ve çözücülere karşı dayanıklı bir tutkaldır. Daha çok diğer tutkallara, özellikle fenol formaldehit ilave edilerek kullanılır. Kullanılırken dolgu maddesi ilave edilmemekle birlikte gerekirse en fazla %10 oranında dolgu maddesi kullanılmalıdır. Resorsin, fenole kıyasla iki misli daha aktiftir. Bu nedenle formaldehite karşı çok düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyon gösterir. Bu nedenle malzemeye zarar vermeden soğuk yapışma mümkün olur ki bu özelliği ile fenol formaldehit tutkalından üstündür [46].”

1.8.4.5. Termoplastik Tutkallar

“Termoplastik tutkallar ısıtıldıkları zaman yumuşama özelliğine, soğutuldukları zaman ise tekrar sertleşebilen yapıştırıcılardır. Bu tür tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, oduna renk vermemesi ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özelliklerinin yanında, 70 °C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özellikleri vardır [46].”

1.8.4.6. Katkı Maddeleri

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

- a. Koku gidermesi
- b. Tutkal dağılma özelliğinin iyileştirilmesi
- c. Sıcak preste tutkaldan gaz çıkışını dengeleme
- d. Malzeme yüzeyine toz birikmesini önleme
- e. Stabilite sağlanması
- f. Yanmayı geciktirmesi
- g. Plastikleştirme
- h. Tutkal sürme niteliklerinde reçinenin yapısal olarak iyileştirilmesi

i. Bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özelliklerde olabilmesidir [51].

1.8.4.7. Sertleştirici Maddeler

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

Melamin formaldehit, 90-140 °C'deki sıcaklıklarda sertleştirici karıştırılmaksızın sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlanabilmesi için amonyum klorür veya amonyum sülfat gibi tuzlar kullanılabilir [39].

Sertleştirici olarak sadece asit kullanılması durumunda sertleşme çok hızlı bir şekilde olmaktadır öyle ki taslak prese gelmeden önce sertleşebilmektedir. Bu durumları önlemek için de amonyak kullanılmaktadır. Amonyak düşük sıcaklıklarda yani prese gelmeden oluşan asidi etkisizleştirmek suretiyle tutkalın sertleşmesini durdurmaktadır. Sıcak prese gelince ise; amonyak hızlı bir şekilde buharlaşarak dışarıya çıkar. Böylece çözültide amonyak kalmayınca oluşan asit tutkalın sertleştirilmesini gerçekleştirir [52].

1.8.4.8. Koruyucu Maddeler

Odun kökenli levha ürünleri mantar ve böcek saldırısı tehlikesinin yüksek olduğu yerlerde kullanılmadan önce koruyucu maddelerle korunması önem arz etmektedir. Koruyucu madde olarak; pentaklorfenol başta olmak üzere, bakır-pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat, amonyaklı bakır arsenik, soydun florür veya sodyum slioflorür kullanılmaktadır [52].

Yanmayı geciktirici madde olarak ise; borat, çinko, arsenik, bakır, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır [26].

Koruyucu maddeler, levhaların içerisinde homojen bir dağılım yapması gerekmektedir. Bunun için tutkal çözeltisine karıştırılarak veya orta ve dış tabaka yongalarına püskürtülerek ya da levhanın dış tabakalarına ayrı ayrı sürülmek yoluyla uygulanmaktadır. Koruyucu maddeler kuru yonga miktarının yaklaşık %10'u kadar kullanılmalıdır çünkü fazla miktardaki koruyucu madde, hem levhanın makinelerde işlenmesini zorlaştırır hem de yüksek sıcaklıkta levhanın rengini koyulaştırır. Ayrıca direnci de azaltır [26].

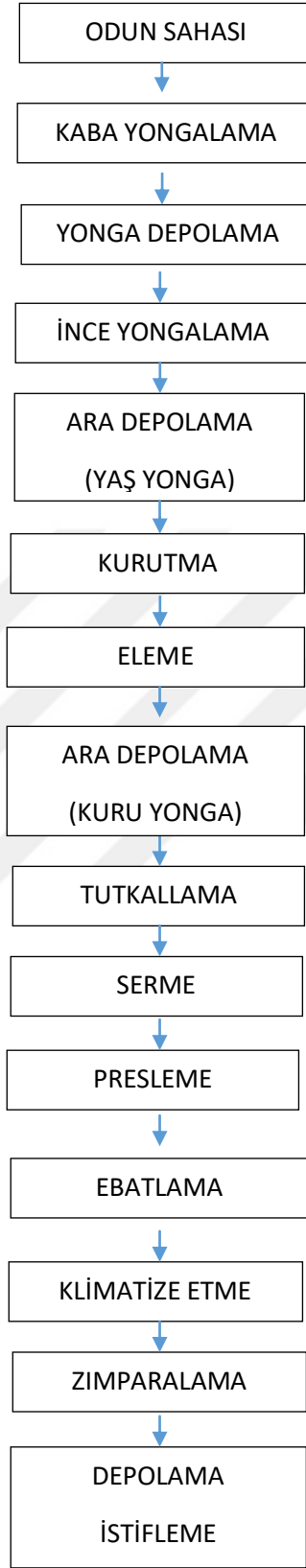
1.8.4.9. Yanmayı Geciktirici Maddeler

Levhaların yanıcılık özelliğini en aza indirmek için kullanılan kimyasal maddelerdir. Yanmayı geciktirici maddeler fazla yaygın kullanılmamaktadırlar. Bu maddeler çinko, arsenik ve bakır tuzlarıdır. Bunların yanı sıra boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Bu maddeler levha üretimi sırasında tutkal karışımına toz veya sıvı halde katılabilmektedirler. Ayrıca üretimden sonra da levhanın yüzeyine basınç altında emprenye edilebilmektedir. Toz haldeki yanmayı önleyici maddelerin ilavesi sıvılar kadar etkili değildir [31].

1.9. YONGALEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ

Yongalevha üretiminin ilk kademesi odun hammaddesinin depolanması işlemidir. Genellikle fabrikalarda ortalama 1-3 aylık üretimi karşılayacak kadar hammaddenin depolanması gerekmektedir. Literatürde çürümeyi engellemek için istiflerin zeminden en az 30 cm yükseklikte olması gerektiği bilgisi yer almaktadır. Ancak pratikte işletmelerin gerek depolama yeri sıkıntısı, gerekse hammaddenin sürekli sirkülasyon halinde olması sebebiyle bu pek fazla mümkün olmamaktadır. Kum, çakıl, toprak vb. istenmeyen türden maddelerin odunlarla beraber üretime gelmesini önlemek amacıyla, istif sahası zemininin beton olması tercih edilmektedir.

“Yongalevha fabrikalarında depoların zemini temiz ve düzenli tutulması gerekir. Ağaç malzemenin depolanmasında bakteri saldırılarından dolayı porozite artması, çürüme ve oksidasyon lekesi, mantar ve böcek zararları, donma ve ısınmadan ötürü lif ayrılması, çatlama, enine kesitlerde ve çevresinde kuruma ve çatlamadan dolayı mavi renklenme ile hoş olmayan koku oluşumu görülebilir. Bu nedenle su içinde depolama ve yağmurlama sistemi gibi önlemlerin yanında bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı kimyasal maddelerin kullanılması gerekir. En iyi yöntem ağaç malzemenin hemen üretime verilmesi veya su altında depolanması ya da üzerine su püskürtülmesidir [53].”



Şekil 1.3. Kastamonu Entegre fabrikasının yongalevha üretimi iş akış şeması.

1.9.1. Yongalama

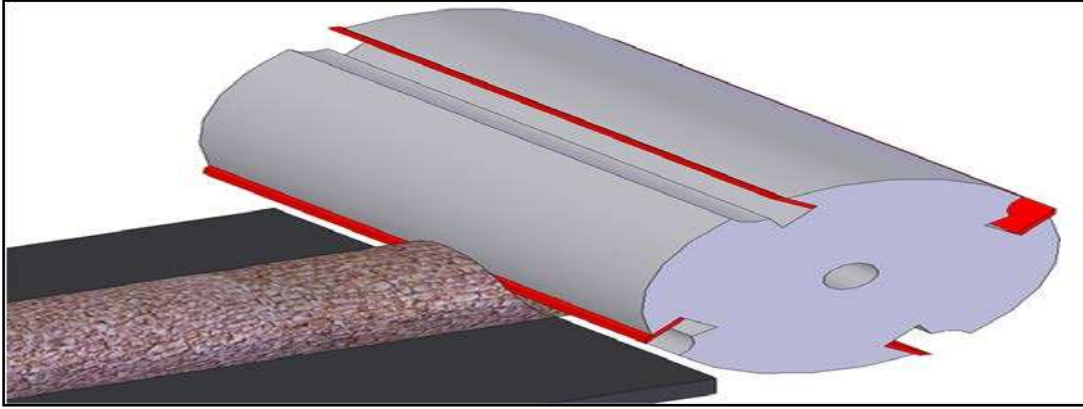
Yonga geometrisi levhanın kalitesini ve yüzey düzgünlüğünü sağlayan en önemli faktörlerden biridir. Yongalar başlıca kesme, kırma veya ezme suretiyle elde olunur. Kesme suretiyle elde edilen yongalar levhaların yüzeylerinde, kırma şeklinde üretilen yongalar ise levhaların orta kısımlarında kullanılır. Dış tabaka yongaları, bıçaklı makinelerde elde edilen ince yongalardır. Orta tabaka yongaları ise, kalın olup çekiçli değirmenlerde üretilirler. Yongalevha üretimine uygun ince yongalar, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesme suretiyle veya kaba ve normal yongaların yeniden inceltme makinelerinden geçirilmesiyle elde edilen yongalardır. Bunlara kesme yongası denilmektedir. Liflere dik ve meyilli kesilen daha kalın odun parçalarına ise kaba yonga denilmektedir [54].

Kaba yonga üretimi için silindir gövdeli yongalama makineleri kullanılır (Şekil 1.4). Bu tip makineler çeşitli firmalar tarafından üretilmiştir. Bu makinelerin ortak yanı, eksenini etrafında dönen silindir bir gövde üzerine değişik sayıda bıçakların monte edilmiş olmasıdır. Sabit gövde kısmında ise karşı bıçaklar bulunur. Dairevi hareket nedeniyle yongalar diskli yongalama makinelerinde olduğu gibi aynı kalınlıkta kesilmez; bunun pratikte büyük önemi yoktur [54].



Şekil 1.4. Kaba yongalama makinası (Drum Chipper).

Şekil 1.5'te görüldüğü gibi kaba yongalamada odun, makineye liflere dik yönde kesilecek şekilde verilir.



Şekil 1.5. Kaba yongalamada odunun liflere dik yönde kesilmesi.

Genellikle makine gövdesinin alt tarafına keskin kenarlı ve yeteri kadar dayanıklı elek ilave edilmiştir. Yongalar elek deliklerinin genişliğinde olunca aşağıya düşerler. Böylece yongaların maksimum boyutları sınırlandırılmış olur. Bu sayede materyalin defalarca elenmesine ve kabalarının yeniden yongalanmasına gerek kalmaz. Gayeye uygun olarak değişik elekler seçilebilir [54].

Kaba yongalama makinelerinde yongaların uzunlukları kullanma amacına uygun olarak ayarlanır. Yongalevha üretimi için bu uzunluk 30-60 mm arasında değişir. Yonga boyutlarının levha özellikleri üzerine yaptığı etki çok önemlidir. Bu nedenle, ön görülen boyutlarda yonga üretmek ilk amaçtır. Bu da kaba yongalama ile başlar ve chips olarak adlandırılan kaba yongalar üretilir (Şekil 1.6). Bunun için de bıçak ve karşı bıçakların usulüne uygun olarak bilenmesi gerekir [54].



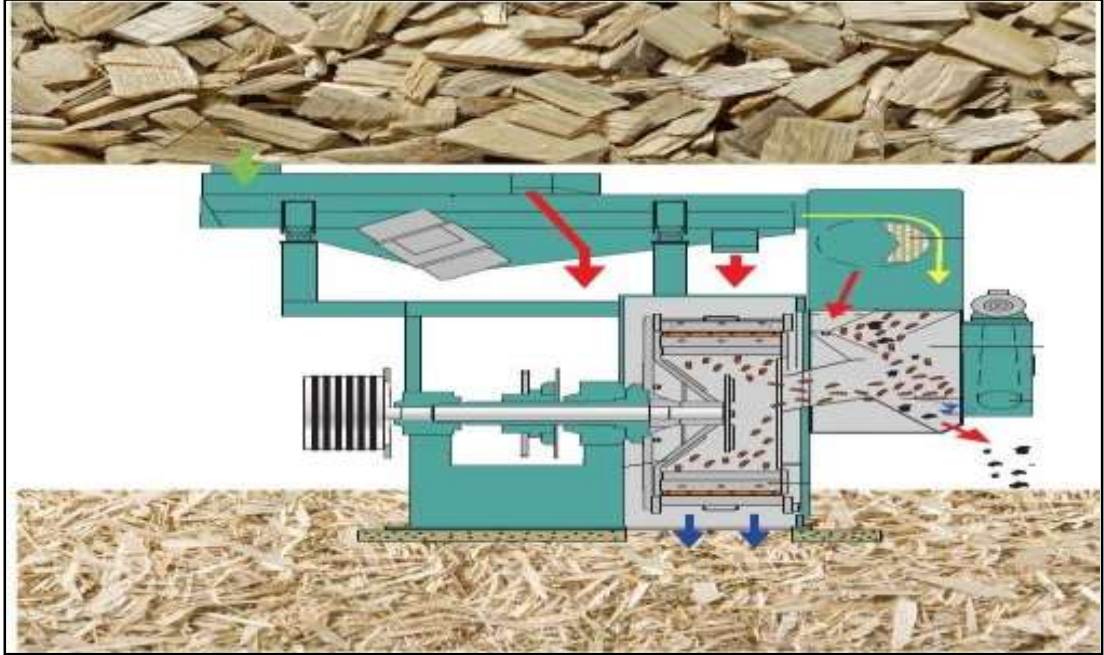
Şekil 1.6. Chipslerin genel görünümü.

Bunun yanında Şekil 1.7’de görüldüğü gibi inceltici değirmenler kullanılarak kaba yongalama sonucu ortaya çıkan ve chips adı verilen kaba yongalama ürünleri üretimde doğrudan kullanılabilir boyutlara getirilirler [55].



Şekil 1.7. İnceltici değirmen genel görünüşü.

Şekil 1.8’de inceltici değirmenlere giren cipsler, değirmenin kapağında bulunan bir havalı ayırıcı yardımıyla içerisinde bulunan taş, metal vs. yabancı maddelerden ayrılarak değirmen içine girerler [55].



Şekil 1.8. Chipsin yonga haline getirilmesi.

Kaliteli yongalevhalar için yonganın her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0,15–0,25 mm, orta tabakada kullanılacakların ise 0,3–0,5 mm kalınlıkta olması istenir. Yongalama sırasında yonga kalitesine, boyutlarına ve verimine etki eden birçok faktör vardır. Bunların bir kısmı kullanılan hammadde ile bir kısmı uygulanan teknoloji ile bir kısmı da makinelerin durumu ile ilgilidir [56].

1.9.2. Kurutma

Yongalama sırasında, odunun rutubeti LDN üzerinde olması gerektiğinden, genellikle, yonga rutubeti %35–120 arasında değişmektedir. Ancak, levha üretiminde, yonga rutubeti çok önemli bulunmaktadır. Yongaların fazla rutubetli veya kuru olması halinde, tutkal sertleşmesinin engellenmesi, levhanın patlaması, toz miktarı ve yangın tehlikesinin artması, pres kapanırken hafif yongaların yüzeyden uzaklaşması, yanlar alınmadan önce kopma ve kırılmanın olması gibi sorunlar çıkabilmektedir. Bunun için, levhanın presten çıkış rutubetine göre, yongaların %3–6 arasında değişen rutubete kadar kurutulması gerekmektedir [55].

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 [58].

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 [58].

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 [59].

Presleme tekniği bakımından dış ve orta tabaka yongalarının rutubetlerinin farklı olması faydalıdır. Bunun için; her iki tabakanın yongası da ayrı rutubete kadar kurutulur ve levha taslağı hazırlanırken ve hazırlandıktan sonra pres saçlarına su püskürtülür. Ya da dış tabaka yongaları daha az kurutulur [31].

Yongaların rutubetleri normalden fazla ise çok rutubetli yongalar sıcak presleme esnasında yongalevhanın orta kısmında buhar kabarcıklarının oluşmasına neden olurlar. Bunlar levha preste iken uzaklaşmazlarsa levha yüzeyinin bozulmasına ve tutkalın serleşmemesine neden olurlar. Bundan dolayı presten çıkan levhalarda da patlamalar oluşur [60].

Yongaların kurutulmasında ısı transferi doğrudan doğruya temas, konveksiyon ve radyasyon yoluyla ve bunların kombinasyonu şeklinde olur. Temas yoluyla kurutma; uzun bir işlemdir, buna karşılık en basit yöntemdir. Işımayla tüm yüzeyde kurutma sağlanırken, temas yöntemiyle ise sadece temas eden yüzey kurutulabilir. Konveksiyon yoluyla kurutma; temas yoluyla kurutmaya göre daha kısa olup yongaların başlangıç rutubeti, yonga büyüklüğüne, kalınlığına ve kullanılan havanın sıcaklığı ve hızına bağlıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2 kademedede gerçekleşir; birinci kademedede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademedede ise higroskopik yani bağlı su uzaklaşmaktadır [59].

Dış tabakada kullanılan yongaların rutubetinin fazla olmasının faydaları;

- Pres yüzeyi ile beraber temas eden dış tabakanın suyu hızla buharlaşır ve bu buhar pres ısısının orta tabakaya doğru transferini kolaylaştırır ve çabuklaştırır.
- Sıcak buharın ve basıncın etkisiyle daha düzgün levha yüzeyi elde edilir.
- Sıcak buharın etkisiyle yumuşayan dış tabaka yongaları daha fazla sıkışarak dış tabakanın özgül ağırlığının yüksek olmasına, eğilme direncinin artmasını sağlar.
- Dış tabakanın rutubetli oluşu pres süresini uzatmaz. Isı transferi sağladığı için presleme süresini kısaltır. Böylece tesisin kapasitesini artırır [61].

Yongalevha üretiminde çok çeşitli kurutucular kullanılmaktadır. Yonga kurutucularını sınıflandırırsak;

- Döner silindirik kurutucular, döner jet kurutucular, borulu kurutucular (Şekil 1.9).
- Çok bandlı kurutucular.
- Kontakt kurutucular.
- Türbünlü kurutucular.
- Yanık gaz kullanan kurutucular.

- Süspansiyon tipi kurutucular [61].

Yongaların çok kuru olmasının sakıncaları;

- Kurutma fırınlarında yanma tehlikesi artar ve tesis içinde toz miktarı artar.
- Yongalar pnömatik olarak taşınıyorsa tehlikeli elektrostatik yüklemeler olur.
- Levhaların yanlarının alınmasından önce kenarlarda kopmalar ve kırılmalar olur.
- Presin kapanması sırasında hafif ve fazla kuru yongalar yüzeyden uçarak uzaklaşır. Dolayısıyla yüzey kalitesi bozulur [59].



Şekil 1.9. Döner silindirik kurutma makinası genel görünüşü.

1.9.3. Eleme (Tasnif)

Yongalama makineleri ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlarda yonga üretimi yapılamamaktadır. Değişik boyutlarda elde edilen yongalar karışık halde yongalevha üretiminde kullanılırsa yüzey düzgünlüğü bozulur ve porozite artar. Çok kaba yongalar orta kısımda toplanarak, levha kenarlarının kaplanmasını olumsuz yönde etkiler. Ayrıca çok küçük veya toz halindeki parçacıkların elimine edilmeden kullanılması durumunda bu parçacıklar çok fazla tutkal absorbe edeceğinden dolayı, yongalevhanın mekanik ve fiziksel dirençlerini düşürürler. Bu nedenle Şekil 1.10'da gösterilen mekanik elekler kullanılarak yonga boyutlarında bir sınıflandırmaya gidilir. Sınıflandırma genellikle kurutmadan sonra yapılır. Kurutulmadan sınıflandırmaya çalışıldığında, ince yongalar kaba yongalara yapışarak sınıflandırmanın gerektiği gibi yapılamamasına neden olur [46].



Şekil 1.10. Mekanik elek.

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

- *Yongaların içinde bulunan çok kaba ve çok ince kısımların uzaklaştırılması.*
- *Yongaların boyutlarına göre arzu edildiği kadar boyutlara ayırmaktır [31].*

Yongalevhaların sınıflandırma işlemi tamamlandıktan sonra çok ince, toz halindeki yongalar elimine edilir. Çok kaba yongalar tekrar ufalanmak üzere diskli veya elekli değirmenlere geri gönderilir. Geriye kalan yongalar en az ikiye ayrılarak; ince yongalar levhanın dış tabakalarında, kaba yongalar orta tabakalarda kullanılmak üzere ayrı ayrı depolanır [16].

1.9.4. Depolama

“Yongalevha fabrikalarında farklı işlemlerle muamele edilmiş yongaların depolanması için silolar kullanılmaktadır. Siloları yaş, kuru yonga ve talaş tozu için kullanılan silolar olarak sınıflandırmak mümkündür. Silolar yongalama makinelerinden gelen düzensiz olan yongaları toplamaya ve aynı zamanda kurutmaya öğütmeye veya tutkallamaya verilen yongaları toplayıp düzenli şekilde serme makinelerine vermektedirler [31].”

Silolar yongaların hareket yönüne göre ikiye ayrılmaktadırlar. Bunlar;

- Horizontal silo
- Vertikal silo
- Döner silo.

Siloların görevlerini şu şekilde sıralamak mümkündür;

- *Yongaların bir işlemde diğer işleme akışını kontrol etmek, istenilen miktarda hammadde akışını sağlamak.*
 - *Tutkallanmış yongaların toplanıp düzenli olarak serme makinesine verilmesi*
- *Yongalama işleminden başlayarak levha üretim aşamasına kadar çeşitli aşamalarda meydana gelebilecek kısa süreli arızalarda fabrikasyon akışı devamını sağlayabilme*
- *İşçi masraflarını azaltmak.*
- *Çeşitli üretim aşamalarında meydana gelebilecek kapasite değişikliklerinin üretim kapasitesini etkilemeyecek şekilde devamını sağlamak.*
- *Doldurma hızını eşit hale getirmek.*
- *Depolara giren ilk yongaların ilk olarak çıkışını sağlamak.*
- *Arzu edilen yonga karışımlarını elde etmek [61].*



Şekil 1.11. Depolama amacıyla kullanılan silolar.

1.9.5. Tutkallama

“Levha kalitesini, ağaç türü yanında, büyük ölçüde yapıştırıcı madde de etkilemektedir. Yapıştırıcının kaliteli ve yapışma direncinin yeterli olmasından başka, tutkallamanın da kusursuz olması gerekmektedir. Bu nedenle, yongaların tutkallamasında noktasal tutkallama yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde, tutkal çözeltisi çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine püskürtülmektedir [55].”

Şekil 1.12’de tutkallama ünitesinin genel görünümü görülmektedir.



Şekil 1.12. Tutkallama ünitesi genel görünüşü.

“Tutkallamaya, yonga geometrisi, yüzey düzgünlüğü ve tutkallama makinesindeki yongaların hareketi etki etmektedir. Yongalevha üretiminde, m²'ye 2 gr kuru, 8–12 gr. da sıvı tutkal uygulanmaktadır [55].”

Şekil 1.13'te en çok kullanılan enjektörlü tutkallama makinası görülmektedir.



Şekil 1.13. Tutkallama makinası genel görünüşü.

Tutkallama makinelerinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Bu depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabakada kullanılacak yongaların, diğeri ise orta tabakada kullanılacak yongaların homojenleştirilmesi kullanılmaktadır. Bu depoların iki fonksiyonu olup birincisi tutkallama makineleri ile

dozaj makineleri arasında depo görevi yapmak diğeri ise depoda bekleyen tutkallı yongayı karıştırarak homojen hale getirmektir [55].

1.9.6. Serme

Tutkallama makinelerden çıkan yongalevhaların homojen bir taslak halinde serilmesi işlemine hazır hale getirilmesi yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek bir hata, levhanın fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığın değişmesine, bununla birlikte uygun preslemenin yapılamamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıkta değişiklikler, levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğrilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Yongalevhalar da özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır [41].

Bu aşamada yapılacak hatalar örneğin; yonga dağılışındaki meydana gelecek bir eksiklik sadece fiziksel özelliklerin ve özgül ağırlığın değişmesini etkilemekle kalmayacak levhaların uygun bir şekilde preslenmesini de etkileyecektir [55].

Serme işlemi; dökme, rüzgarlama ve savurma yöntemleri ile yapılmaktadır. Levha taslağı serme başlangıcından, presleme işlemine kadar sarsıntısız çalışmalıdır. Aksi takdirde taslak kenar ve köşeleri dökülerek kırılabilir, levha simetrisi bozulabilir ve malzeme kaybı olabilir. Tutkallanmış yongalar çeşitli serme sistemlerinden biri ile serilerek gevşek ve kalın bir keçe oluşturur. Keçe kalınlığı levha kalınlığının 20 misli kadar olmaktadır [26].

1.9.7. Presleme

İstenilen yoğunlukta yongalevha üretebilmek için levha taslağının preslenmesi gerekmektedir. Yongalevha 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 [46], [55].

Levha taslağı, yongalevha 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 [51].

Yongalevhaların sıcak preslerde preslenmesine etki eden faktörler; yonga karışımı, pres sıcaklığı, pres basıncı, kimyasal olaylar ve pres süresidir. Presleme esnasında yongalevha taslağı, istenen kalınlığa kadar basınç altında sıkıştırılır. Sıcaklık ve basıncın etkisiyle yongalar plastikleşerek, sertleşen tutkalla birlikte stabil bir malzeme haline gelir. Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere iki sistemle çalışırlar [47].

Fasıllı presler tek katlı ve çok katlı olabilirler. Tek katlı preslerde presleme periyodunda bir adet levha preslenirken çok katlı preslerde bu sayı 4-22 arasında değişiklik göstermektedir. Pres sacları kullanılan presleme sistemlerinde taslak metal saclar, elekli bantlar veya çelik bantlar ile sıcak prese taşınmaktadır. Pres sacı kullanılmayanlarda ise taslak sonsuz bant üzerinde taşınarak prese iletilmektedir. Sıcak preslemede uygulanan basınç levha özgül ağırlığı ve taslak kalınlığına bağlı olarak 20-35 kg/cm²'dir. Pres sıcaklığı ise tutkal türüne bağlı olarak 150-220 °C arasında değişmektedir [62].

“Sıcak presleme; taslağın ön görülen levha kalınlığında sıkıştırılması, yapıştırma için gerekli basıncın sağlanması, tutkalın sertleşmesi için gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması, yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması gibi aşamalardan oluşturulur [15].”

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 [61].

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 [31].

Yongalevha taslağı, levha özelliğini sıcak presler de kazanır. Sıcak presleme esnasında, basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Presleme süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır. Pres sıcaklığı, süresi ve basıncı yongalevha teknolojik özellikleri üzerinde etkili olmaktadır [26].

1.9.8. Levhaların Klimatize Edilmesi

Presten çıkan levhanın sıcaklığı 100 °C civarındadır. Levhalar soğurken dış yüzeyler hızlı, orta tabakalarda ise yavaş ısı kaybı meydana gelmektedir. Ayrıca, soğuma ile birlikte orta tabakanın rutubet kaybı dış tabakaya doğru ilerlemektedir. Bu olaylar levhaların iç kısmında bir daralmaya, dış kısımlarda ise rutubet alarak genişlemeye neden olabilmektedir. Bu nedenle presten çıkan levhalar Şekil 1.14'te görülen yıldız soğutucularda 35-45 °C ye kadar soğutulur [61].



Şekil 1.14. Yıldız soğutma genel görünüşü.

Presten çıkan levhaların sıcaklığının 70°C'nin üzerinde üst üste istiflenmesi halinde üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve direnç düşüş görülmektedir. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalar 70°C altında sıcaklık değerlerine kadar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmelidir. Fenol formaldehit tutkalı kullanılarak üretilen levhalarda sıcak istiflemeyen dolayı bir sakınca oluşmamaktadır [61].

Klimatizasyon işlemi ile meydana gelen olaylar;

- Levhanın sıcaklığının dengelenmesi sağlanır.
- Levhanın denge rutubetine ulaştırılması sağlanır.
- Levhadan atmosfere ısı transferi meydana gelir.
- Sertleşme işlemi devam ettiğinden fiziksel ve mekanik özelliklerde değişimler meydana gelir [61].

1.9.9. Boyutlandırma

Boyutlandırma işlemi preslemeden sonra veya levhaların klimatize edilmesin sonra yapılmaktadır. Yongalevhalar sıcak bir durumda ise erken yapılan boyutlandırma işlemi yararlı olmaz. Yan alma işlemi soğutma işleminden önce yapılırsa kenarların görünümü kaba olur. Yongalar kesilmeden koparak çıkar. Boyutlandırma işlemi çoğunlukla soğutma işleminden sonra yapılır. Yan alma işlemi sırasında levha köşeleri birbirine dik olmalıdır. Yan alma işlemi için ise daire testere makineleri kullanılmaktadır.

Şekil 1.15'te ebatlama ünitesinin genel görünüşü verilmiştir.



Şekil 1.15. Ebatlama ünitesi genel görünüşü.

1.9.10. Zımparalama

Mobilya endüstrisinde kullanılacak olan, presleme işleminden çıkan yongalevhalar, doğrudan kullanıma hazır değildir. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için Şekil 1.16'da gösterilen ve genellikle 2-4 silindirli zımparalama makineleri ile zımparalanır.



Şekil 1.16. Zımpara makinası genel görünüşü.

1.9.11. Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırma

Levhanın presleme işleminden sonra kalınları ölçülür. Ölçüm sonucunda elde edilen levhalar kalınlık sapmaları $\pm 0,3$ mm'den fazla olanlar 2.nci 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 stoklama işlemi yapılır. Şekil 1.17'de levhaların istiflenmesi görülmektedir.



Şekil 1.17. Levhaların istiflenmesi.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

2.1.1. Hammadde (Yonga)

Levhaların üretiminde ithal yolla temin edilen %80-100 rutubetteki hazır çam yongası kullanılmıştır. Endüstriyel kapak tahtaları ise Şekil 2.1’de gösterilen kaba yongalama makinasında yonga haline getirilmiştir.

Ayrıca fabrikada yongaların elde edilmesinde rutubeti %55-105 arasında ve çapları 7-40 cm arasındaki yuvarlak odunlar da yongalanabilmektedir. %30-40 rutubet aralığında kapak tahtaları ve 10-40 mm boyutlarındaki ithal çam yongaları konveyörler aracılığı ile silolara depolanmak üzere taşınmıştır. Odunun chips haline getirilmiş durumu Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Yongalama makinası.



Hammadde olarak kullanılan yongaların yaş ve kuru yığın yoğunlukları Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Birim hacimdeki yoğunluk oranları.

	Rutubet	Yaş Yoğunluk	Kuru Yoğunluk
ABD Çam Chipsi	%73,46	246,59 kg/m ³	142,16 kg/m ³
Meşe Chipsi	%57	312,85 kg/m ³	199,07 kg/m ³
Kavak Chipsi	%81	230,5 kg/m ³	127,5 kg/m ³
Kapak Chipsi	%91	215,52 kg/m ³	112,46 kg/m ³
Şerit Talaşı	%76,25	182,44	

Silodaki yongalar kullanım oranlarına göre dozajlanarak helozanlar yardımı ile eleğe gönderilmiştir.



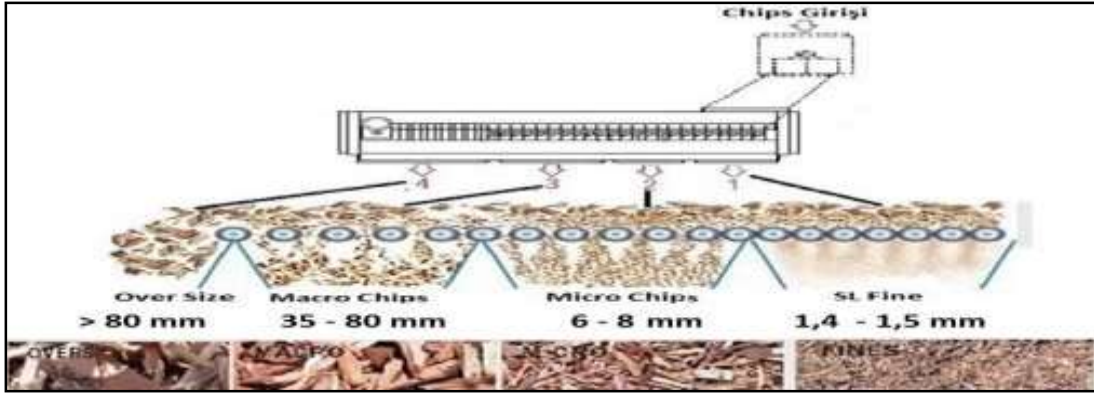
a. Diskli elek dış görünüşü.



b. Diskli elek iç görünüşü.

Şekil 2.3. Diskli (Dyna-Screen) elek.

Bu makine ile yongalar ölçülerine göre tasnif edilmektedir. Tasnif sonucunda (SL Fines –dust) elekaltı malzeme, microchipsler, macrochipsler ve iri parçalar (over size) elde edilmiştir.



Şekil 2.4. Diskli elek chips tasnifi.



Şekil 2.5. Pallmann değirmen.

Yongalar eleklerden boyutlarına göre inceltilmek amaçlı inceltici değirmenlere taşınmış olup; 35-80 mm büyüklüğündeki makro chipsler makro inceltici değirmenlere, boyutları 6-8 mm olan mikro chipsler mikro inceltici değirmenlere, over size boyutlarındaki 80 mm üzerindeki kalın chipsler tekrar yongalanmak üzere yongalama makinesine geri gönderilmiştir. 1.4-1.5 mm ebatlarındaki fine (toz) malzemeler ise mikro değirmenlerin çıkışına gönderilmiştir. Yongalar makro chips inceltici değirmenlerinde 0,80-0,85 mm kalınlığına kadar, mikro chips ince yongalama değirmenlerinde ise 0,65-0,70 mm kalınlığına kadar inceltilmiştir.

İstenilen kalınlığa gelen yongalar, bıçakların arasından aşağıya düşerek makinanın altındaki zincirli taşıyıcılar ile kurutucu besleme silolarına taşınmıştır. Kuru yonga besleme oranları Çizelge 2.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Kuru yonga besleme oranları (kg/m³).

	Besleme Oranı	Rutubet	Yaş Yoğunluk	Kuru Yoğunluk
Makro Yaş Yonga	%38	%79	140 kg/m ³	78 kg/m ³
Mikro Yaş Yonga	%54	%79	163 kg/m ³	91 kg/m ³
Şerit Talaşı (Sawdust)	%5	%113	206 kg/m ³	185 kg/m ³
Reject yongası	%3	%9,5	243 kg/m ³	222 kg/m ³

Yongalar Şekil 2.6’da gösterilen döner tamburlu kurutucuda kurutulmuştur. Kurutucunun giriş sıcaklığı 280 °C, çıkış sıcaklığı ise 123 °C’dir. Kurutma öncesi yonga rutubeti %80-85 olup, yongalar %2-2,5 rutubete kadar kurutulmuştur.



Şekil 2.6. Döner tamburlu kurutucu.

Yongaların tasnif edilmesi mekanik ve pnömatik sistemlerle yapılmış olup, yongalar ilk olarak sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme yapılmıştır. Boyutu 1 mm² den büyük olan yongalar orta tabaka için pnömatik sisteme, boyutu 1-0,25 mm² arasında olan yongalar dış tabaka yonga silosuna, boyutu 0.25 mm² den küçük olan yongalar yakma amaçlı toz silosuna gönderilmiştir. Pnömatik sisteme gelen yongalar yüzey ağırlıklarına göre tasnif edilmiştir. 225 °C de sıcak presleme yapılmış olup, levhalarda

dış tabakanın orta tabakaya oranı %35-65'dir. Yongalevhalar da 0,620 g/cm³ özgül ağırlık hedeflenmiştir.

Orta tabaka (OT) kuru yonga silosundan aldığımız yonganın rutubeti %2-2,5; dökme yoğunluğu 115-120 kg/m³ geldi. Üst tabaka (ÜT) kuru talaş silolarından aldığımız talaş numunesinin rutubeti %2-2,5; dökme yoğunluğu 160-165 kg/m³ gelmiştir.

OT ve ÜT kuru silolardan dozajlanıp alınan ~ % 2-2,5 rutubetindeki yongalar ve talaşlar ayrı ayrı OT ve ÜT için hazırlanan tutkal çözeltisi ile pülverize edilerek karıştırılmıştır.

Bu çalışmada kullanılan levhaların hammaddeleri Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Gebze tesisleri yongalevha fabrikasından temin edilmiştir.

Deneme levhalarının üretiminde; %15 meşe yongası, %5 kavak yongası, % 10 şerit talaşı ve değişik oranlarda ABD menşeli hazır çam yongası ile kapak tahtası yongaları kullanılmıştır.

2.1.2. Yapıştırıcı Madde

Levha üretiminde orta tabakada % 65'lik ve dış tabakalarda %55'lik üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. OT da, tam kuru yonga ağırlığına oranla tam kuru tutkal katısı %7 oranında, dış tabakalar da ise tam kuru yonga ağırlığına oranla tam kuru tutkal katısı %11 oranında kullanılmıştır. OT ve ÜT için kullanılan tutkalın bütün yonga/talaş yüzeylerinin tutkalla temas etmesini daha iyi bir yapışma sağlaması amacıyla mümkün olduğunca üniform boyutta küçük taneciklere ayrılması mikserlerde sağlanmıştır. Bunu gerçekleştirmek için hava üflemeli tutkal taneciklerini küçük parçacıklara ayıran enjektörlerden faydalanılmıştır. Çizelge 2.3'da OT ve ÜT da kullanılan tutkalın özellikleri göstermiştir. Çizelge 2.4 ve 2.5'te orta ve üst tabakada kullanılan tutkal çözeltisi hakkında bilgi verilmiştir.

Çizelge 2.3. Üre formaldehit tutkalın özellikleri.

Spesifikasyonlar	Birim	OT	ÜT
Katı madde	%	65	55
Viskozite	cps	280	75
Akma zamanı	sn	60	18
pH	-	8,3-8,5	8,3-8,5
Yoğunluk	g/cm ³	1270	1250
Serbest formaldehit oranı	% max.	0,14	0,077
Jell time	sn	35-45	65-70
Depolama süresi	Gün	90	90

Çizelge 2.4'te OT tutkal çözelti reçetesi verilmiştir.

Çizelge 2.4. OT Tutkal çözelti reçetesi.

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

Çizelge 2.5'te OT tutkal çözelti reçetesi verilmiştir.

Çizelge 2.5. ÜT tutkal çözelti reçetesi.

Bileşenler	Üst Tabaka Reçete				
	Yoğunluk (Kg/m ³)	Konst. (%)	Hacim (Lt)	Ağırlık (Kg)	Saf Madde Miktarı (Kg)
Tutkal	1,25	57,00	100,00	125,00	71,25
Su	1,00	-	70,00	70,00	-
Sertleştirici	1,06	20,00	2,00	2,12	0,42
Toplam	-	-	172,00	197,12	71,67
Yoğunluk (Kg/m ³)		1,15			
Çözelti konst. (%)		36,15			
Katı Madde (Kg)		11,00			
100 kg talaşa gitmesi gereken çözelti miktarı (Lt)		27,76			

OT yonga rutubeti tutkallamadan önce %2,2-2,5 ve ÜT talaş rutubeti %2,2-2,5 iken, tutkallama sonrasında OT yonga rutubeti %5,8-6,2 ve ÜT talaş rutubetinin %14,0-15,0 arasında olduğu tespit edilmiştir.

2.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarında amonyum sülfatın (NH₄)₂SO₄) %20'lik sulu çözeltisi kullanılmıştır. Tutkal katı oranının, sertleştirici katı oranı üst tabakada %1.8, orta tabakada %2.8 olarak kullanılmıştır. Çizelge 2.6'de UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum sülfatın özellikleri bulunmaktadır.

OT'da sıcak preste iyi bir sertleşme sağlanması için daha fazla sertleştirici, ÜT'da ise sıcak pres öncesi sertleşme olmaması için daha az sertleştirici kullanılmıştır.

Çizelge 2.6. UF tutkalı için sertleştirici madde olarak kullanılan amonyum sülfatın özellikleri.

Özellikler	Değerler
Çözelti (%)	20±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,06
pH (25 °C)	6,30

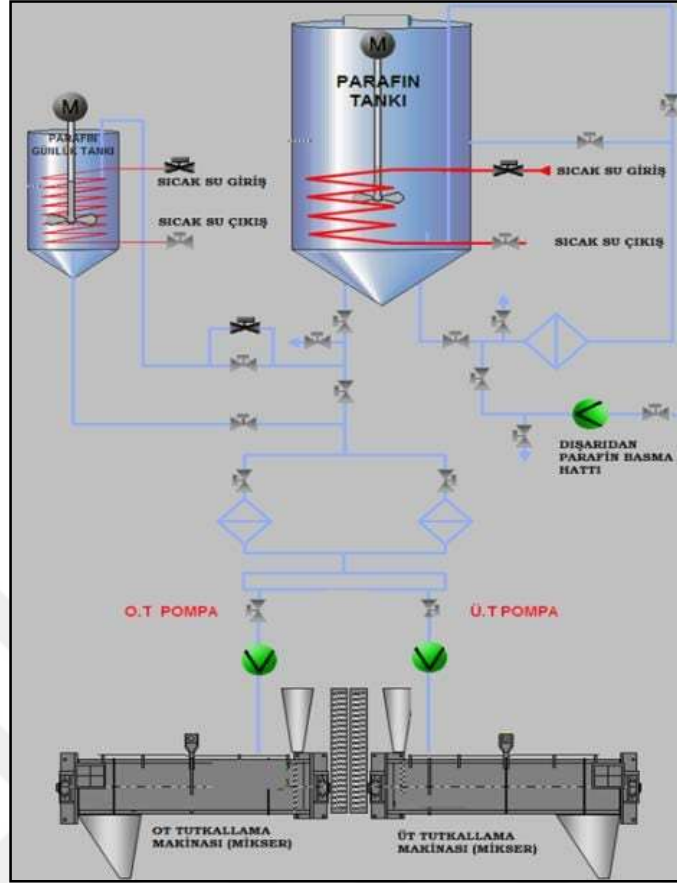
2.1.4. Parafin

Parafin hidrofobik bir maddedir. Levhaların kalınlık artışı ve su alma miktarını azaltmak için kullanılmıştır. OT ve ÜT da tam kuru yongaya oranla %0,3 oranında parafin kullanılmıştır. Parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde hidrokarbonlardır. 50-100 °C arasında erime dereceleri mevcuttur. Çizelge 2.7’de parafin analiz değerleri gösterilmiştir.

Çizelge 2.7 Parafin analiz değerleri.

Spesifikasyonlar	Sonuçlar
Fiziksel Görünüş	Beyaz süt (emülsiyon)
Koku	Hafif amonyak kokusu
Suda Çözünürlük	Dağılabilir
Katı Madde	%60
Özgül Ağırlık (20°C)	0,96 gr/cm ³
pH	9-10
Viskozite	13-23 sn

30 ton kapasitesi olan tankın içerisinde depolanan parafin akıcılık sağlanması için tankın içerisinde serpantin borularından geçen sıcak su vasıtasıyla 40-50 °C arasında ısıtılmış olup, ~ 45 °C sıcaklıkta iken üretime vermeye başlanmıştır. ÜT ve OT tutkallama makinalarına ayrı ayrı gönderilerek, tutkallama makinalarında bulunan enjektör sayesinde yongalara püskürtülerek karışma işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Parafin hattı.

2.2. YÖNTEM

Deneme levhaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi-Gebze fabrikasında fabrikasyon ortamda elde edilmiştir. Bu çalışmada; deneme levhaların üretim sonrası rastgele seçilerek laboratuvar ortamında testlere tabi tutulmuştur. Hammadde kaynağı olarak tüm levha gruplarında, meşe %15, kavak %5 ve talaş %10 oranında sabit tutularak ithal çam yongası %70, 65, 60, 55, 50 ve 45 ile kapak tahtası sırasıyla, %0, 5, 10, 15, 20, 25 oranlarında kullanılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir.

ABD'den getirilen çam yongaları *Pinus elliottii*, *Pinus echinata*, *pinus palustris* türlerinden, iç piyasadan temin edilen kapak tahtası yongaları ise, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pinus brutia*, *Pinus pinatis* türlerinden elde edilmiştir.

18 mm kalınlıkta üretilen yongalevha üretiminde kullanılan yonga oranları Çizelge 2.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.8. 18 mm standart yongalevha üretiminde kullanılan yonga oranları (%).

GRUP	MEŞE	KAVAK	ÇAM CHİPS	KAPAK	TALAŞ	TOPLAM
A	15	5	70	0	10	100
B	15	5	65	5	10	100
C	15	5	60	10	10	100
D	15	5	55	15	10	100
E	15	5	50	20	10	100
F	15	5	45	25	10	100

2.2.1. Fiziksel Özellikler

Kastamonu Entegre Ağaç San ve Tic A.Ş.'nin Gebze fabrikası laboratuvarında fiziksel özelliklerden yoğunluk, kalınlık artımı ve su alma testleri yapılmıştır.

2.2.1.1. Yoğunluk

Deneme levhalarının üretimde hedeflenen yoğunluk 664 kg/m^3 'dür. TS-EN 326-1'e göre numuneler alınıp, TS-EN 323'de belirtilen esaslara göre 50x50 mm boyutlarında 6 adet örnek deneyde kullanılmıştır. TS 642 ISO 554 [67]'e göre $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ 'deki etüvde ağırlığı değişmeyinceye kadar bekletildi. Örnekler etüvden çıkartılarak hassas terazide ağırlıkları tartıldı. $\pm 0,01$ duyarlıktaki kumpasla boyutları ölçüldü [65], [66].

Buna göre yoğunluk (δ) ;

$$\delta = \frac{m}{V} \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (2.1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$$\delta = \text{Yoğunluk (g/cm}^3\text{)}$$

$$m = \text{Örnek ağırlığı (g)}$$

$$V = \text{Örnek hacmi (cm}^3\text{)}$$

2.2.1.2. Su Alma Miktarı

2 ve 24 saatte su alma miktarının belirlenmesinde 50 x 50 mm boyutlarında kesilen altı ayrı gruptan 10 ar adet örnek kullanılmıştır.

Her deney parçasının ağırlığı $\pm 0.01 \text{ g}$ duyarlılıkta analitik terazide tartılmış ve deney örnekleri $20 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ sıcaklıktaki temiz suya 2 ve 24 saatlik süreyle su yüzeyinden 25 mm

daha altta olmak üzere batırılmıştır. Deney örnekleri birbirine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan suyun içine bastırılmıştır. 2 ve 24 saat sonra sudan dışarı alınıp bir bez ile fazla suyu alınmış ve bu durumdaki ağırlıkları ± 0.01 g duyarlılıkta analitik terazide belirlenmiştir. Buna göre su alma miktarı;

$$S_a = \left[\frac{m_y - m_1}{m_1} \right] \times 100 (\%) \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanılmıştır. Burada;

$$S_a = \text{Su alma } (\%)$$

$$m_y = \text{Suda bekletilen örnek ağırlığı (g)}$$

$$m_1 = \text{Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)}$$

2.2.1.3. Kalınlık Artımı

Kalınlık artımı ve su alma miktarlarının belirlenmesinde TS EN 317 standartlarda belirtilen esaslara göre belirlenmiştir [68]. Altı ayrı gruptan 50x50 mm ebatlarında 10'ar adet numune alınmıştır. Her bir numune hassas terazide ($\pm 0,01$) ve dijital kumpas ($\pm 0,1$) ile ölçüldü. 2 ve 24 saat su içerisinde bekletilen örneklerin kalınlık artımlarının belirlenmesi için su alma deneylerinde kullanılan örneklerden yararlanılmıştır. Örneklerin tam orta noktasından ± 0.01 mm duyarlılıkta kumpasla ölçülmüştür. Deney örnekleri, 20 ± 1 °C sıcaklıktaki temiz suda 2 ve 24 sa'lik süre ile su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur.

2 ve 24 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir bezle alınmış ve kalınlıklar ilk ölçüm noktasından tekrar ölçülmüştür. Bunlara göre kalınlık artışları (K_a);

$$K_a = \left[\frac{m_y - m_1}{m_1} \right] \times 100 (\%) \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

$$K_a = \text{Kalınlık artımı } (\%)$$

$$m_y = \text{Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)}$$

$$m_1 = \text{Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)}$$

2.3. MEKANİK ÖZELLİKLER

Yongalevhaların, kullanım yerlerinde mekanik zorlanmalara karşı yeterli dirence sahip olmaları gerekir. Kullanım yerlerinde genellikle eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü önem kazanır. Ayrıca yüzeye dik çekme (yapışma) direnci de çok önemlidir. Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş. Gebze fabrikası laboratuvarında eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci, vida tutma direnci ve yüzey sağlamlığı direnç testleri yapılmıştır.

2.3.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyleri TS-EN 310 standardına uygun olarak yapılmıştır [69]. Örnek boyutları 410 x 50 x 18 mm olarak alınmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi 65 ± 5 olan ortamda altı ayrı gruptan 10'ar adet örnek TS 642 ISO 554'e göre klimatize işlemleri tamamlandıktan sonra genişlik bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde iki noktadan 0.01 mm duyarlılıkta kumpasla ölçülerek ortalaması alınmıştır [67].

Deneyler İmal marka universal test makinasında yapılmıştır. Deneme makinasında yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dakika içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dk hızla çalıştırılmıştır. Buna göre eğilme direnci (δ_e);

$$\delta_e = \frac{3}{2} \times \frac{F \times L_s}{b \times d^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.4)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

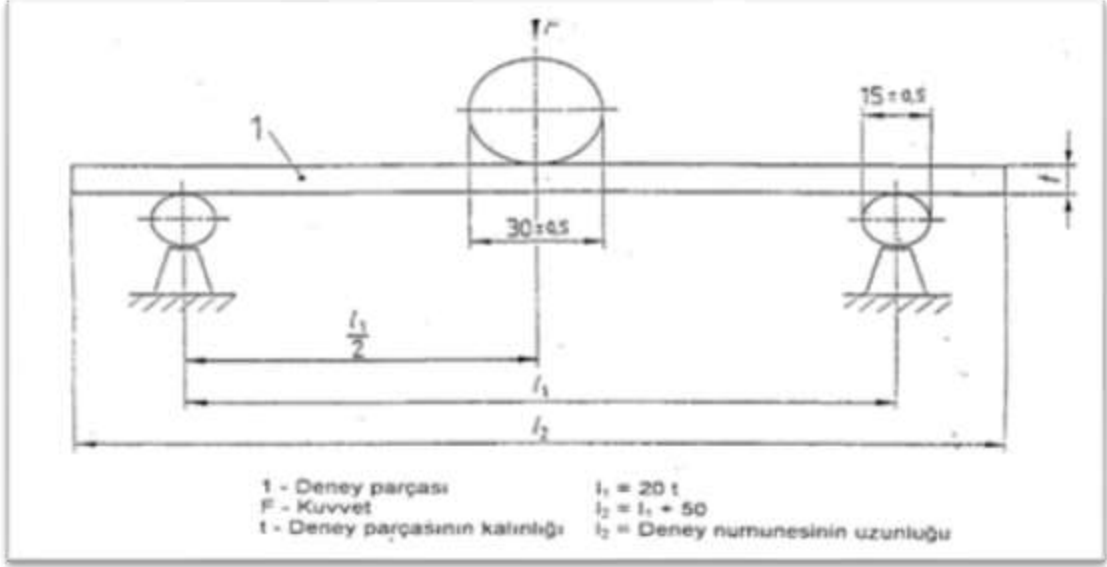
δ_e = Eğilme direnci (N/mm²)

F = Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L_s = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

B = Örnek genişliği (mm)

D = Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 2.8. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü deney düzeneği.

2.3.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 standartlarına uyularak belirlenmiştir [69]. TS-EN 310 standardına göre, sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 5$ olan ortamda klimatize edilmiş örneklerin eğilme direnci deneyleri yapılırken deformasyon bölgesinde eğilme miktarı 0.01 mm duyarlılıktaki tensometreile, kırılma anındaki kuvvet 1 kg duyarlılıkla belirlenmiştir [69]. Yükleme başlığının hızı 60 ± 30 saniyede en büyük kuvvete ulaşacak şekilde ayarlanmış ve deney boyunca sabit hız uygulaması yapılmıştır.

Eğilmede elastikiyet modülü (E);

$$E = \frac{F \times L_s^3}{4 \times \Delta_e \times b \times d^3} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.5)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

E = Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²)

F = Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

L_s = Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δ_e = Eğilme miktarı (sehim) (mm)

b = Örnek genişliği (mm)

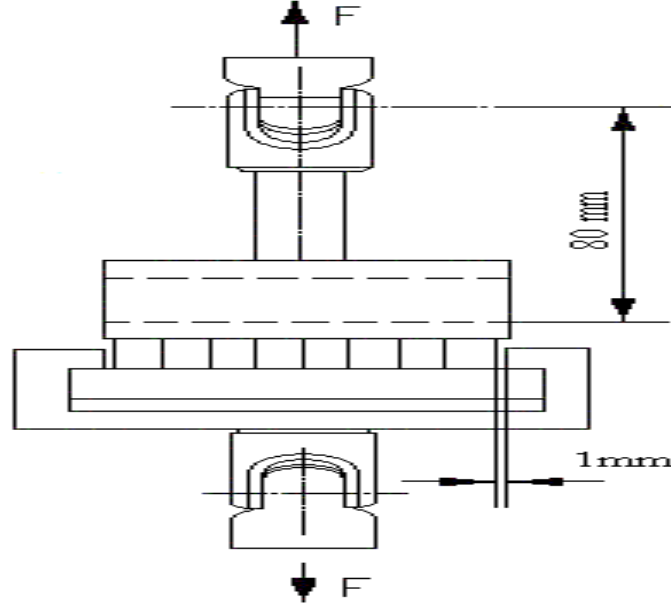
d = Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 2.9. Yongalevhananın eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü tayini.

2.3.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme deneyleri TS EN 319'a göre yapılmıştır [70]. Test numunelerinin elde edilmesi ve deney parçalarının kesimi TS EN 326-1'e göre yapılmıştır [65]. Her bir gruptan ayrı ayrı 6 adet 50x50 mm ebatlarındaki deney parçaları TS EN 325'e uygun olarak 0,01 duyarlıklı mikrometre ile ölçülerek hazırlanır [71]. Örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip olan kayın takozları yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı (PVAC) kullanılmıştır. Yapıştırılan örnekler tamamen yapışmanın gerçekleşmesi için 5-10dk bekletilir. Deney makinesinin kavrama çenelerine numune parçaları yerleştirildi. Yüzeye dik yönde çekme kuvveti uygulanıp, yüzeye dik yönde kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanır. Böylelikle deney parçalarının yüzeye dik yönde dayanımı tayin edilmiş oldu. Deney numunesinin kopmasında uygulanan kuvvet %1 hassasiyette ölçüm yapan makinede otomatik kaydedilmektedir. Yüzeye dik çekme kuvveti, deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney numunesinin yüzey alanına oranlanarak bulunmuştur.



Şekil 2.10. Yüze dik çekme direnci deney örneği ve deney düzeneği.



Şekil 2.11. Yongalevhanın yüze dik çekme tayini.

Yüze dik çekme deneyleri için üniversal ağaç malzeme deneme makinası kullanılmıştır. Deney örneklerinin cm^2 'sine dakikada 100 kg'lık yük verecek şekilde artan bir kuvvetle devamlı olarak uygulanan en büyük kuvveti (P_{\max}) makinanın kadranından 1 kg duyarlılıkta okunmuştur. Kuvvetin hızı, örnekteki kopma 1-2 dk içerisinde olacak şekilde ayarlanmıştır. Buna göre yüze dik çekme direncinin hesaplanmasında;

$$Y_{dc} = \frac{F_{\max}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.6)$$

eşitliğinden yararlanılmıştır. Burada;

Y_{dc} = Yüzeğe dik çekme direnci (N/mm²)

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

A = Örneğin enine kesit alanı (mm²)

2.3.4. Levhalarda Vida Tutma direnci

Deneyde kullanılan örnekler TS EN 320’de belirtilen lif levhalarda vida tutma kabiliyeti esaslarına göre hazırlanmıştır [73].

6 ayrı gruptaki levhalardan 3’er adet 50x50x18 mm ebatlarında deney örneği alınıp, TS 642 ISO 554’e göre %65 ± 5 bağıl nem ve 20±2 °C sıcaklıkta iklimlendirme dolaplarında kütleleri değişmeyinceye kadar bekletilmiştir [67]. 24 saat aralıklarla tartımlar yapıldı ve birbirini takip eden iki ölçme arasındaki kütle farkı, örneğin kütlesinin %0.1’in den az olması durumunda bu kütle değişmez kütle olarak kabul edilmiştir.

Vida çekme deneylerinde; TS 61-4 standartlarına uygun, 4 mm çapında, 40 mm uzunluğunda yıldız başlı vidalar kullanılmıştır [74]. Vidalar, levha yüzeyinin ve komşu iki kenarın tam ortalarına gelecek şekilde 15 ± 0.5 mm’lik kısmı içeri girecek şekilde vidalama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Şekil 2.12’te görüldüğü gibi deney parçalarını makineye bağlamak amacıyla metal düzenekler hazırlanıp, deneyler statik yük altında gerçekleşmiştir. Deneyin yapılışı Şekil 2.13 ve Şekil 2.14’te gösterilmiştir. Şekil 2.15’da ise deney sonundaki örneğin resmi görülmektedir.

Vida tutma deneyinde, deney örneğinin yüzeyindeki ve iki kenarındaki vidanın çekilip çıkarılması esnasındaki kuvvet 10 Newton’a kadar ölçülüp yazılmıştır. Kırılma anındaki en büyük yük değeri “ F_{Maks} ”, vida yüzey alanı “ A ”, olmak üzere vida tutma direnci “ σ ” :

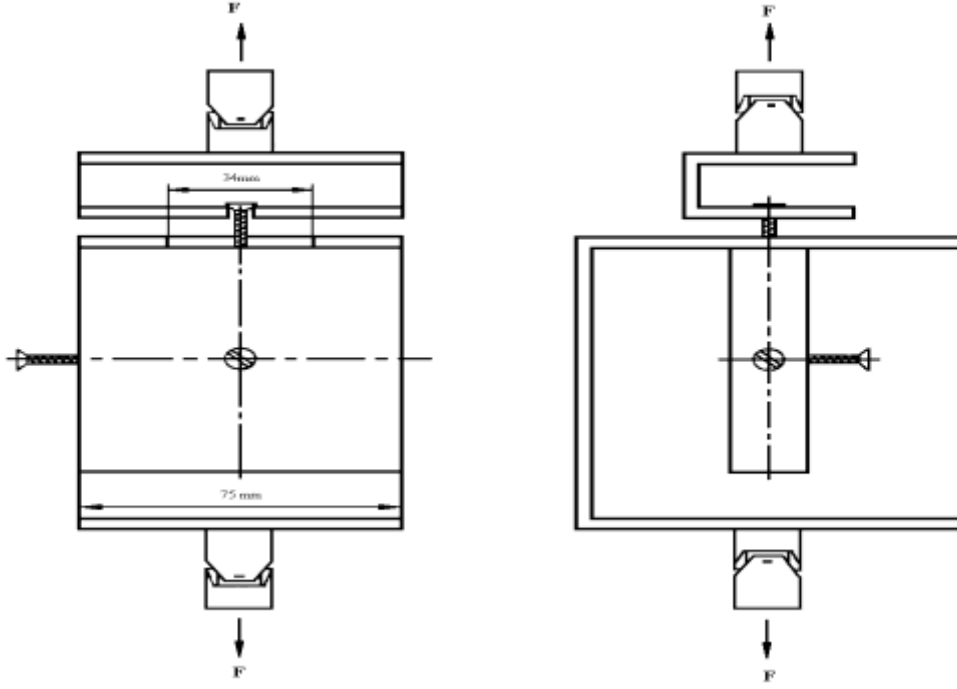
$$\sigma = \frac{F_{Maks}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.7)$$

Burada;

$$A = \pi \times D \times L$$

D: Vida dış çapı

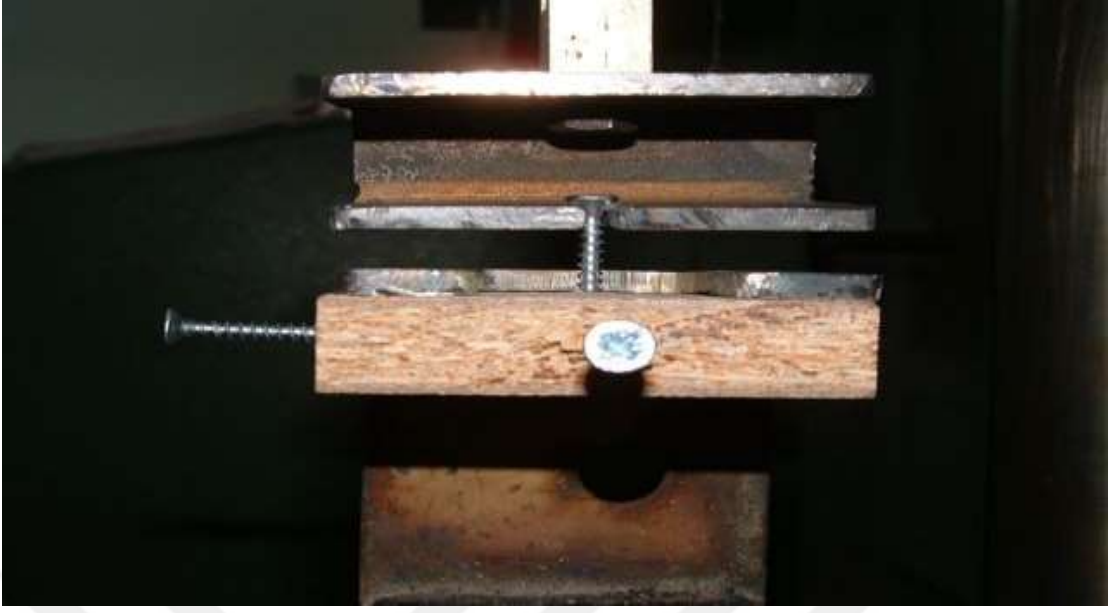
L: Vida etkili boyudur.



Şekil 2.12. Vida tutma kabiliyeti deneyinin test düzeneği.



Şekil 2.13. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeeye paralel).



Şekil 2.14. Vida tutma kabiliyeti deneyinin yapılışı (yüzeye dik).



Şekil 2.15. Vida tutma kabiliyeti deneyinden sonra numunenin görünüşü.

2.3.5. Yüzey Sağlamlığı Direnci

Yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesinde deney numunelerinin boyutlarının belirlenmesi TS EN 311'e göre yapılmıştır [72]. Her bir grup için üretilen levhalardan 50x50x18 mm boyutlarında 6'şar adet örnek hazırlandı. Deney parçalarının alt ve üst yüzeylerinin tam ortasından $0,3\pm 0,1$ mm derinliğinde freze açıldı. Deney parçaları 20 ± 2

°C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarındaki iklimlendirme dolabına bırakılarak, kütlesi değişmeyinceye kadar klimatize edildi. İklimlendirme dolabından çıkartıldıktan 1 saat sonra numuneler deneye tabi tutuldular. Deneylede kesilen numuneler sıcak test aparatına ortalanıp, termoplastik tutkal ile maksimum 0,3 gram ve yüzeye düzgünce yayılacak şekilde yapıştırıldı. Bu arada 0,1-0,2 N/mm² civarında basınç uygulanmıştır.

Tutkal soğuduktan sonra deney parçası makineye yerleştirildi ve 30-90 saniye içerisinde kopma gerçekleşti. Deney numunesinin kopmasını sağlayan maksimum kuvvet %1 hassasiyetle ölçülmüştür.

$$YS = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (2.8)$$

F = Kopma anındaki kuvvet (Newton)

A = Yüzey alanı (1000 mm²)

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

3.1. BULGULAR

Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların yoğunluk, kalınlık artımı, su alma yüzdeleri, eğilme direnci, tutkal orta ve dış tabaka yüzdeleri, elastikiyet modülleri ve çekme dirençleri, Levha Yüzeyine yan ve dik yönde vida tutma dirençleri ve yüzey sağlamlığına ait ortama değerler aşağıda grafik olarak gösterilmiştir.

3.1.1. Fiziksel Özellikler

3.1.1.1. Yoğunluk

Farklı depolama süreli yongalevhalara ait ortalama yoğunluk değerleri (\bar{x}), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Yoğunluk değerleri (kg/m^3).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X_{Min} .	X_{Max} .	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	636,40 a	10,14	2,26	617,22	653,25	0,01
B	626,44 b	11,01	2,46	607,19	649,20	0,01
C	621,84 b	16,22	3,62	599,57	679,33	0,02
D	621,23 b	11,23	2,51	596,95	645,53	0,01
E	624,06 b	13,51	3,02	602,48	652,56	0,02
F	625,22 b	11,17	2,49	604,70	641,13	0,01

Levhaların yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Levhaların yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	3049,9	5	609,9	3,9	0,002
Gruplar İçi	17502,5	114	153,5		
Toplam	20552,5	119			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama yoğunluk değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Levha yoğunluğu en yüksek A grubu levhalarda 636 kg/m^3 , en düşük D grubu levhalarda 621 kg/m^3 olarak bulunmuş olup istatistik anlamda A grubu levhalar ile B,C,D,E,F grubu levhaların yoğunluk değerleri arasındaki farklılığın anlamlı olduğu görülmektedir. Serme esnasında levha yoğunlukları arasında $\pm\%3$ farklılık olabilir. ABD yongasının yığın yoğunluğu kapak yongasından daha fazladır. Çizelge 3.3'te Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

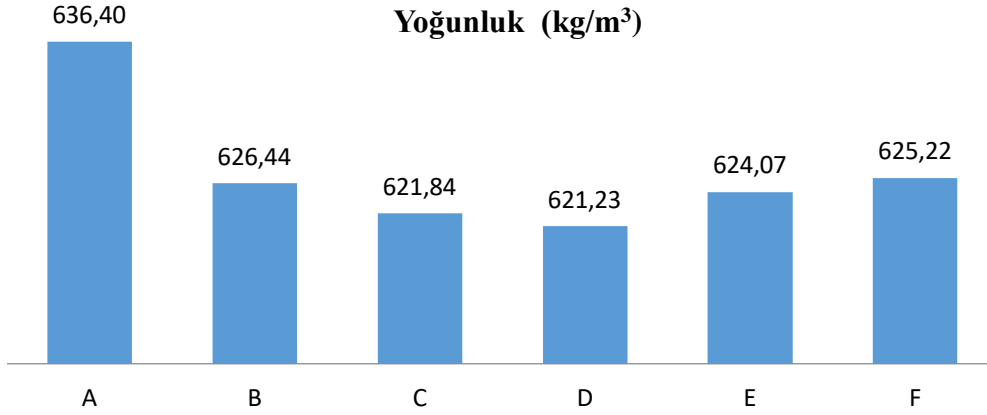
TS-EN 312'ye göre levhadaki ortalama yoğunluğa dair tolerans $\pm \%10$ olabilir denilmektedir [6]. Ancak levha içerisinde ortalama yoğunluk dağılımı oldukça homojen olup standartlara uygundur.

Çizelge 3.3. Yoğunluk değerlerine ait Duncan testi sonuçları (kg/m^3).

Hammadde oranları	N	1	2
A	20		636,4
B	20	626,4	
C	20	621,8	
D	20	621,2	
E	20	624,0	
F	20	625,2	
Sig.		0,244	1,000

Şekil 3.1'de ortalama yoğunluk dağılımı görülmektedir.

Ham Levha Yoğunluk Dağılımı



Şekil 3.1. Ortalama yoğunluk değerleri (kg/m³).

3.1.1.2. Kalınlık Artımı

Üretilen levhalara ait 2 ve 24 sa'lik kalınlık artımı oranları (x), standart sapma (s) ve standart hata (S.E), minimum ve maksimum ($X_{Min}-X_{Max}$) ait veriler Çizelge 3.4'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. 2 sa'lik kalınlık artımı değerleri (%).

	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Standart Hata (S.E)	X Min.	X Max.	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	4,17 a	1,54	0,48	2,22	7,45	0,37
B	4,21 a	1,84	0,58	1,84	7,00	0,43
C	4,69 a	1,37	0,45	2,78	6,84	0,29
D	4,69 a	1,52	0,48	2,67	7,63	0,32
E	6,71 b	1,99	0,62	3,07	8,93	0,29
F	7,73 b	1,62	0,51	4,08	9,12	0,21

Çizelge 3.5. 24 sa'lik kalınlık artımı değerleri (%).

	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Standart Hata (S.E)	X Min.	X Max.	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	17,14 a	1,18	0,37	15,61	19,08	0,06
B	16,24 a	2,12	0,67	12,58	18,25	0,13
C	18,24 ab	1,39	0,44	16,43	20,34	0,07
D	16,51 b	1,38	0,43	13,58	18,03	0,08
E	20,08 c	0,85	0,26	18,61	21,18	0,04
F	19,63 c	1,03	0,32	18,29	21,54	0,05

Levhaların 2 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.6. Levhaların 2 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	110,78	5	22,15	8,002	0,000
Gruplar İçi	149,51	54	2,76		
Toplam	260,30	59			

Levhaların 24 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.7'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Levhaların 24 sa'lik kalınlık artımı değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	131,28	5	26,25	13,58	0,000
Gruplar İçi	104,37	54	1,93		
Toplam	235,65	59			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama kalınlık artımı değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 7.73), en düşük

A grubu levhalarda (%4.17) olarak gerçekleşmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda ise en yüksek E grubu levhalarda (% 20.08), en düşük B grubu levhalarda (%16.24) olarak gerçekleşmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarında ise levha grupları arasında fark önemli çıkmıştır. Çizelge 3.8’de Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Elde edilen 2 sa'lik kalınlık artımı Duncan testi sonuçlarına göre A-B-C-D grupları kendi içinde fark olmadığı, E-F grubunda ise istatistiksel anlamda bir fark görülmüştür. Elde edilen 24 sa'lik kalınlık artımı Duncan testi sonuçlarına göre A ve B numuneleri, C numunesi ile istatistiksel anlamda farklılık görülmüştür. C numaralı numune ile E-F numaralı numuneler arasında istatistiksel olarak farklılık görülmüştür.

TS-EN 312 tip P3’te nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 24 saatte en fazla %14 olması gerektiği belirtilmiştir [6]. Buna göre kalınlık artımı 24 saat için standart değerden tüm gruplarda yüksek bulunmuştur.

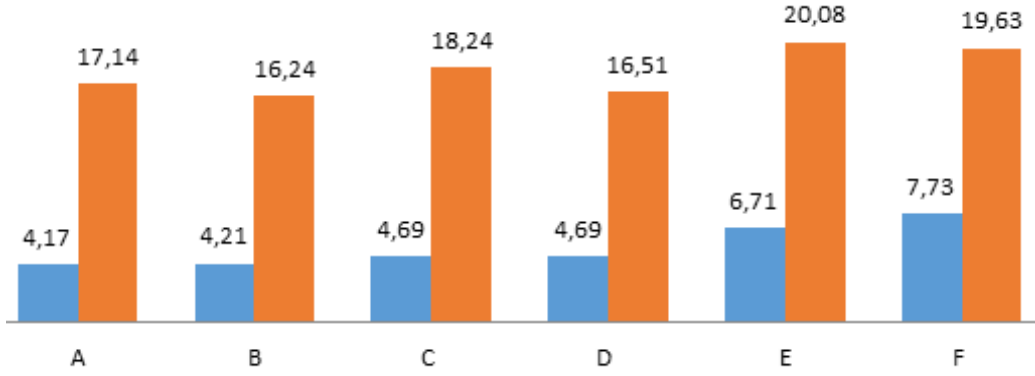
Çizelge 3.8. Kalınlık artımı değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	2 sa kalınlık artımı			24 sa kalınlık artımı			
	N	1	2	N	1	2	3
A	10	4,17		10	16,24		
B	10	4,21		10	16,51		
C	10	4,69		10	17,14	17,14	
D	10	4,69		10		18,24	
E	10		6,71	10			19,63
F	10		7,73	10			20,08
Sig.		0,530	0,17		0,17	0,081	0,473

Şekil 3.2’de ortalama kalınlık artımı değerleri görülmektedir.

Kalınlık Artımı

Şişme 2 sa (%) Şişme 24 sa (%)



Şekil 3.2. 2 ve 24 sa kalınlık artımı değerleri (%).

3.1.1.3. Su Alma

Farklı depolama süreli levhalara ait 2 ve 24 sa'lik kalınlık artımı oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.9 ve Çizelge 10'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.9. 2 sa'lik su alma değerleri (%).

	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Standart Hata (S.E)	X Min.	X Max.	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	32,20 a	5,30	1,67	23,93	40,53	0,16
B	30,33 b	7,03	2,22	21,90	41,50	0,23
C	24,21 b	2,70	0,85	20,52	29,64	0,11
D	30,42 bc	6,41	2,02	25,00	41,10	0,21
E	37,33 c	6,31	1,99	27,62	46,46	0,16
F	38,35 c	6,16	1,95	23,71	45,82	0,16

Çizelge 3.10. 24 sa'lik su alma değerleri (%).

	Aritmetik Ortalama (X)	Standart Sapma (S)	Standart Hata (S.E)	X Min.	X Max.	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	68,22 a	6,17	1,95	60,00	76,14	0,09
B	63,00 a	8,24	2,60	55,29	75,04	0,13
C	64,09 a	5,22	1,65	55,16	70,93	0,08
D	62,68 ab	7,93	2,51	51,46	76,51	0,12
E	72,97 b	5,25	1,66	64,66	78,61	0,07
F	76,50 c	5,16	1,63	66,32	84,15	0,06

Levhaların 2 sa'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.11'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Levhaların 2 sa'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	1345,93	5	269,18	7,91	0,000
Gruplar İçi	1837,27	54	34,02		
Toplam	3183,21	59			

Levhaların 24 h'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.12'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.12. Levhaların 24 sa'lik su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	1654,55	5	330,91	7,91	0,000
Gruplar İçi	2256,58	54	41,78		
Toplam	3911,14	59			

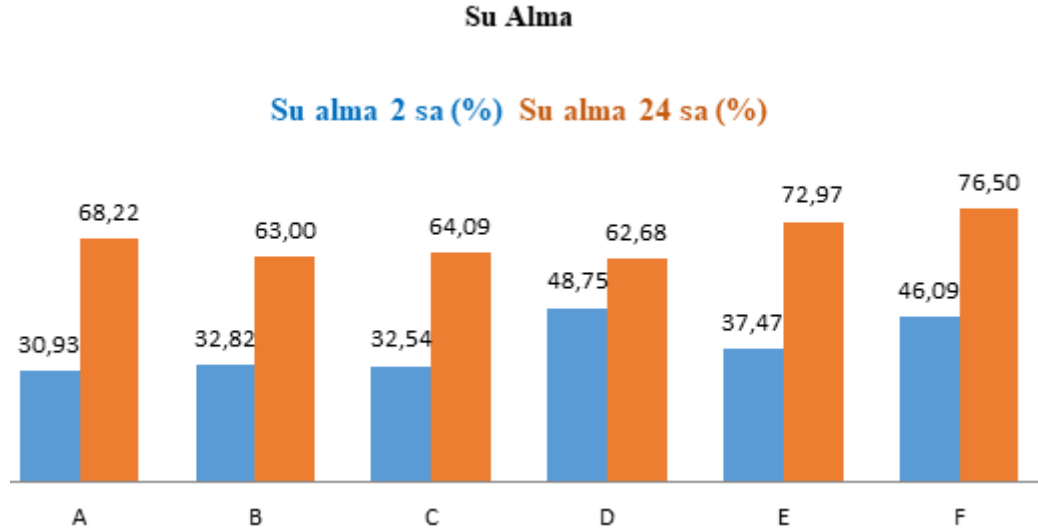
Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun su alma değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu anlaşılmıştır ($p < 0,05$). Bu nedenle bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.13'te Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.13. Su alma değerlerine ait Duncan testi sonuçları (%).

Hammadde	2 sa kalınlık artımı					24 sa kalınlık artımı			
	N	1	2	3	4	N	1	2	3
A	10	24,21				10	62,68		
B	10		30,33			10	63,00		
C	10		30,42			10	64,09		
D	10		32,20	32,20		10	68,22	68,22	
E	10			37,33	32,33	10		72,978	72,97
F	10				38,35	10			76,50
Sig.		1,00	0,504	0,054	0,697		0,085	0,106	0,228

Elde edilen 2 sa'lik su alma Duncan testi sonuçlarına göre B-C-D grupları kendi içinde fark olmadığı D grubunun E numaralı ürün ile istatistiksel anlamda bir fark görülmüştür. Elde edilen 24 sa'lik kalınlık artımı Duncan testi sonuçlarına göre A-B-C numuneleri, D numaralı numune ile ve E-F numaralı numuneleri arasında istatistiksel olarak farklı olduğu görülmüştür.

Şekil 3.3'te su alma dağılımı görülmektedir.



Şekil 3.3. 2 ve 24 sa su alma değerleri (%).

Su alma miktarı tutkal türü ve sertleştirici türüne bağlı olarak değişiklik gösterebilir. 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (% 38,35), en düşük C grubu levhalarda (%24,21) olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda en

yüksek F grubu levhalarda (%76.50) en düşük D grubu levhalarda (%62.68) olarak tespit edilmiştir. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir bilgi yoktur. Su alma miktarı levhalar arasında istatistik anlamda önemli çıkmış olup hammadde kullanım oranına bağlı olarak değişiklik göstermiştir.

3.1.2. Mekanik Özellikler

3.1.2.1. Eğilme Direnci

Farklı depolama süreli levhalara ait eğilme direnci oranları (\bar{x}), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.14'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.14. Eğilme direnci değerleri (N/mm^2).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (\bar{X})	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X Min	X Max.	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	14,53 a	1,86	0,76	12,58	17,61	0,128
B	12,09 a	1,50	0,61	9,79	13,86	0,124
C	12,69 a	2,12	0,86	10,42	15,81	0,167
D	12,24 a	2,12	0,86	9,70	16,01	0,173
E	12,95 a	1,92	0,78	10,48	16,03	0,148
F	12,66 a	2,01	0,82	10,70	15,89	0,159

Levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.15'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.15. Levhaların eğilme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

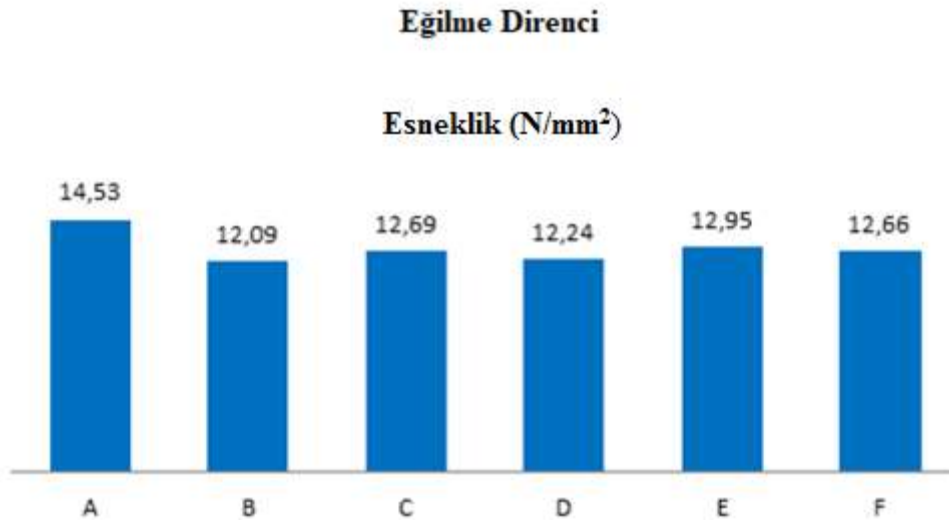
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	23,02	5	4,60	1,22	0,322
Gruplar İçi	112,70	30	3,75		
Toplam	135,72	35			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama eğilme direnci değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.16’da Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.16. Eğilme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	Eğilme direnci	
	N	1
A	6	14,53
B	6	12,09
C	6	12,69
D	6	12,24
E	6	12,95
F	6	12,66
Sig.		0,063

Şekil 3.4’te ortalama eğilme direnci değerleri görülmektedir.



Şekil 3.4. Eğilme direnci değerleri (N/mm²).

Eğilme direnci en yüksek A grubu levhalarda 14.53 N/mm², en düşük B grubu levhalarda 12.09 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Literatürde benzer sonuçlar vardır. Farklı kalınlıklarda üretilmiş yongalevhaların teknolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada 18 mm kalınlıktaki levhalar için 14 N/mm² bulunmuştur [3]. Eğilme direncini

en çok levha yoğunluğu etkilemektedir. Levha yoğunluğu arttıkça eğilme mukavemeti artar. Ancak hammadde gereksinimini de artar. Bu nedenle optimal eğilme direncine sahip levha üretiminin gerçekleştirilmesi ana hedeftir. Yongalevhaların eğilme direnci kullanım yerine göre değişiklik gösterir. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar (Tip P2) genel özellikleri TS EN 312’de belirtilmiştir [6]. Burada eğilme direnci 13 mm den büyük 20 mm’ye kadar olan levhalar için en az 11 N/mm² olarak belirtilmiştir. Genel olarak bütün levha grupları buna uygundur. İstatistik anlamda da eğilme direncinde levha grupları arasında önemli çıkmamıştır. İstatistik analiz sonuçlarına göre, ithal çam yongasının azaltılmasıyla veya kapak tahtası kullanım oranının artırılması ile eğilme direncinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Buna göre yurt içinden temin edilen kapak tahtalarının %25 oranına kadar rahat bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir.

3.1.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Farklı depolama süreli levhalara ait eğilmede elastikiyet oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değer (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.17’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.17. Eğilmede elastikiyet değerleri (N/mm²).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X _{Min} .	X _{Max} .	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	2657,63 a	264,31	107,90	2383,41	2990,75	0,09
B	2389,39 a	295,16	120,50	2056,54	2837,56	0,12
C	2465,38 a	336,59	137,41	2152,47	2948,56	0,13
D	2444,02 a	227,67	92,94	2181,71	2731,91	0,09
E	2464,39 a	270,17	110,29	2149,72	2780,32	0,10
F	2416,01 a	333,58	136,18	1977,01	2862,11	0,13

Levhaların eğilmede elastikiyet modüllü değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.18. Levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	271794,88	5	54358,97	0,64	0,668
Gruplar İçi	2531957,40	30	84398,58		
Toplam	2803752,29	35			

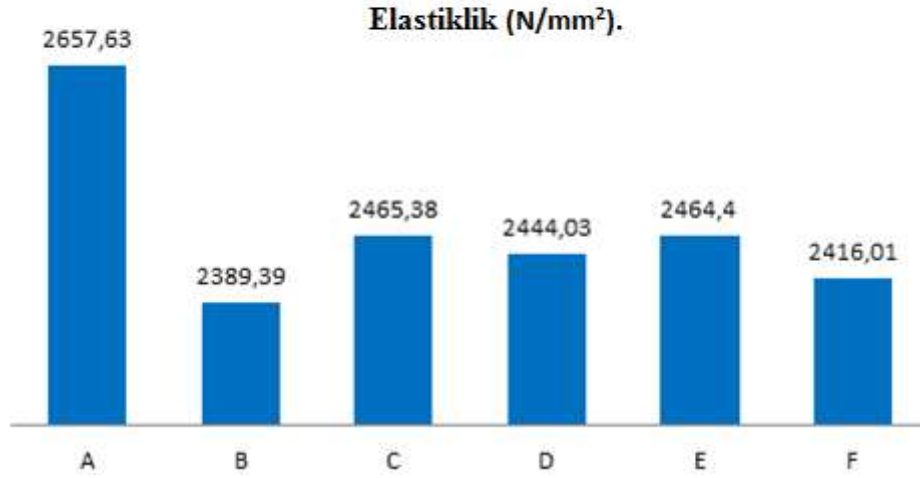
Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama eğilmede elastikiyet değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.19’da Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.19. Eğilmede elastikiyet modüllü değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	Elastikiyet modüllü	
	N	1
A	6	2657,63
B	6	2389,39
C	6	2465,38
D	6	2444,03
E	6	2464,4
F	6	2416,01
Sig.		0,170

Şekil 3.5’te ortalama eğilmede elastiklik değerleri görülmektedir.

Elastikiyet Modülü



Şekil 3.5. Elastikiyet modülü değerleri (N/mm²).

Elastikiyet modülü eğilme direncine paralel olarak en yüksek A grubu levhalarda 2657,63 N/mm², en düşük B grubu levhalarda 2389,39 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhaların genel özellikleri TS EN 312’de belirtilmiştir [6]. Burada elastikiyet modülü 13 mm den büyük 20 mm’ye kadar olan levhalar için en az 1600 N/mm² olarak belirtilmiştir. Bu durumda genel olarak standartlara uygun bulunmuştur. Buna göre yurt içinden temin edilen kapak tahtalarının %25 oranına kadar rahat bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir.

3.1.2.3. Çekme Direnci

Farklı depolama süreli levhalara ait çekme direnci oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.20. Çekme direnci değerleri (N/mm²).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X _{Min.}	X _{Max.}	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	0,41 ab	0,08	0,03	0,28	0,49	0,19
B	0,43 b	0,02	0,01	0,40	0,48	0,06
C	0,39 ab	0,03	0,01	0,34	0,45	0,09
D	0,40 ab	0,06	0,02	0,32	0,47	0,18
E	0,35 a	0,04	0,01	0,29	0,40	0,19
F	0,38 ab	0,05	0,02	0,30	0,47	0,06

Levhaların çekme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.21. Levhaların çekme direnci değerlerine ait varyans analiz sonuçları (N/mm²).

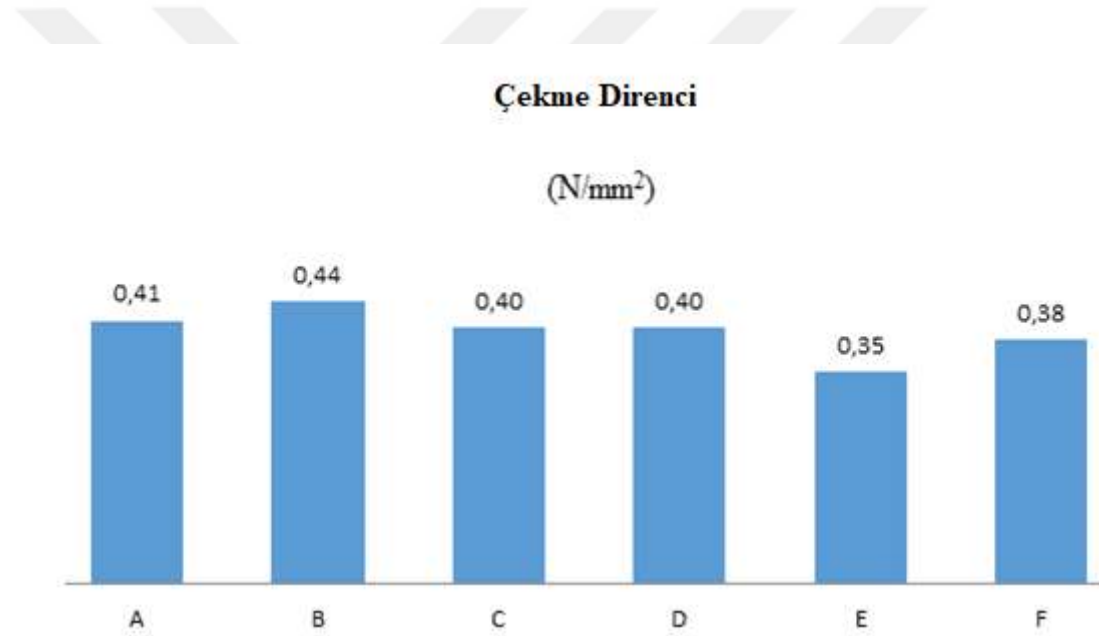
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	0,02	5	0,004	1,503	0,218
Gruplar İçi	0,09	30	0,003		
Toplam	0,11	35			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama çekme direnci değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.22'de Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.22. Çekme direnci değerlerine ait Duncan testi sonuçları (N/mm²).

Hammadde	N	1	2
A	6	0,41	0,41
B	6		0,43
C	6	0,39	0,39
D	6	0,40	0,40
E	6	0,35	
F	6	0,38	0,38
Sig.		0,118	0,141

Şekil 3.6'da çekme direnci değerleri görülmektedir.



Şekil 3.6. Çekme direnci değerleri (N/mm²).

Yüzeye dik çekme direnci en yüksek B grubu levhalarda 0.43 N/mm² en düşük E grubu levhalarda 0,35 N/mm² olarak bulunmuştur. Kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar (Tip P2) genel özellikleri TS EN 312'de belirtilmiştir [6]. Burada yüzeye dik çekme direnci (iç yapışma) 13 mm'den büyük 20 mm'ye kadar olan levhalar için en az 0,35 N/mm² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda standartlara uygundur. İthal çam yongasının yerine %25 oranlara kadar endüstriyel kaynaklarımızdan temin edilen kapak tahtası yongalarının kullanılabilceğini göstermektedir.

3.1.2.4. Levha Yüzeyine Yan Yönde Vida Tutma Gücü

Farklı depolama süreli levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.23'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.23. Yan yönde vidalama değerleri (N).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X_{Min} .	X_{Max} .	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	689,67 a	46,88	27,06	655,00	743,00	0,07
B	726,00 a	103,11	59,53	617,00	822,00	0,14
C	694,00 a	120,13	69,36	589,00	825,00	0,17
D	714,00 a	39,51	22,51	669,00	743,00	0,06
E	670,67 a	15,04	8,69	655,00	685,00	0,02
F	774,00 a	38,20	22,05	744,00	817,00	0,04

Levha yüzeyine yan yönde vida tutma değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.24'te gösterilmiştir.

Çizelge 3.24. Levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

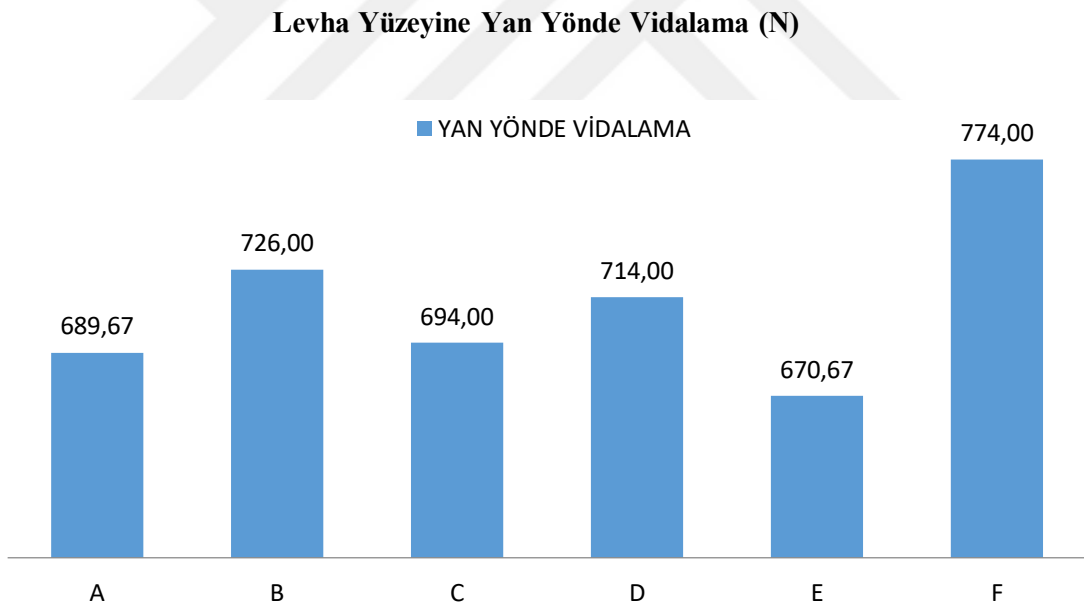
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	19718,94	5	3943,78	0,77	0,586
Gruplar İçi	61015,33	12	5084,61		
Toplam	80734,27	17			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.25'te Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.25. Levha yüzeyine yan yönde vida tutma direnç değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	Levhaların yüzeye yan yönde vidalanması (N)	
	N	1
A	3	689,67
B	3	726,00
C	3	694,00
D	3	714,00
E	3	670,67
F	3	774,00
Sig.		0,134

Şekil 3.7’de yan yönde vida tutma direnç değerleri görülmektedir.



Şekil 3.7. Levha yüzeyine yan yönde vida direnç değerleri (N).

Şekil 3.7’de levhaların yan yönde vidalama direnç değerleri incelendiğinde en yüksek F numunesinde 774,00 N, en düşük E numunesinde 670,67 N olduğu görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre numuneler arasında anlamlı bir fark yoktur. TS 61-20standartında vidalama özellikleri belirtilmiş olup, yapılan numunelerin standartlara uygun olduğu görülmüştür [75].

3.1.2.5. Levha Yüzeyine Dik Yönde Vida Tutma Gücü

Farklı depolama süreli levhalara ait yüzeye dik yönde vida direnç oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.26’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.26. Levha yüzeyine dik yönde vidalama direnç değerleri (N).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X_{Min}	X_{Max}	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	1083,33 a	116,69	67,37	963	1196	0,10
B	1071,33 a	39,83	23,00	1037	1115	0,03
C	1040,00 a	144,67	83,52	888	1176	0,13
D	1142,67 a	47,72	27,55	1088	1176	0,04
E	1053,33 a	55,43	32,00	990	1093	0,05
F	1050,33 a	147,57	85,20	945	1219	0,14

Levhaların yüzeye dik yönde vida direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.27’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.27. Levhaların yüzeye dik yönde vidalama direnç değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

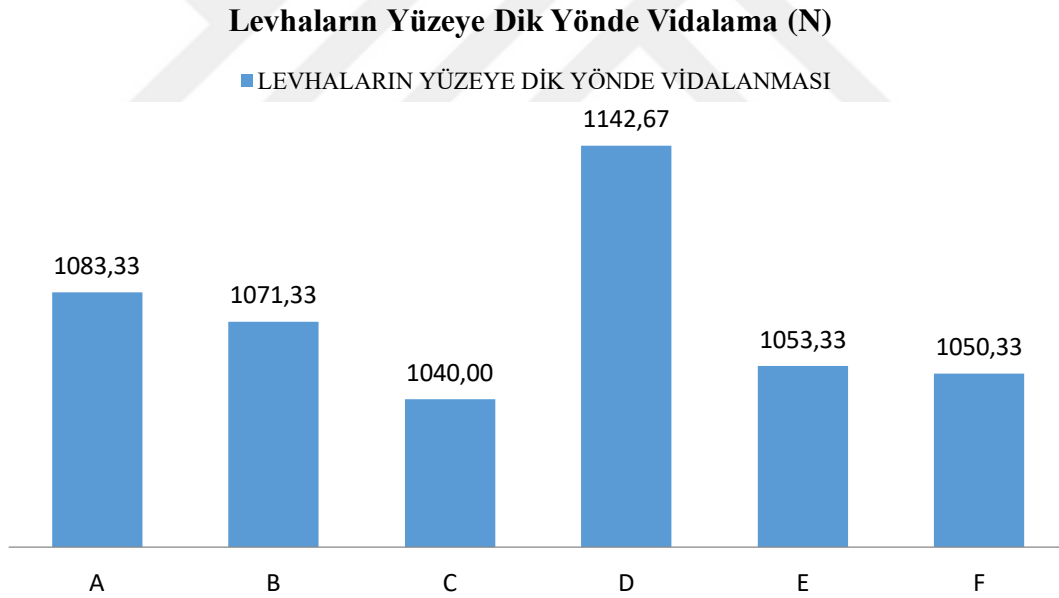
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	20853,16	5	4170,63	0,39	0,843
Gruplar İçi	126515,33	12	10542,94		
Toplam	147368,50	17			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama levhaların yüzeye dik yönde vidalama direnç değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.28’de Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.28. Levhaların yüzeye dik yöndevidalama direnç değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	Levhaların yüzeye yatay yönde vidalanması (N)	
	N	1
A	3	1083,33
B	3	1071,33
C	3	1040,00
D	3	1142,67
E	3	1053,33
F	3	1050,33
Sig.		0,288

Şekil 3.8’de levhaların yüzeye dik yönde vidalama direnç değerleri görülmektedir.



Şekil 3.8. Levhaların yüzeye dik yönde vidalanması (N).

Şekil 3.8’de levhaların dik yönde vidalama direnç değerleri incelendiğinde en yüksek D numunesinde 1142,67 N, en düşük C numunesinde 1040,00 N olduğu görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre numuneler arasında anlamlı bir fark yoktur. TS 61-20 standardında vidalama özellikleri belirtilmiş olup, yapılan numunelerin standartlara uygun olduğu görülmüştür [75].

3.1.2.6. Yüzey Sağlamlığı

Farklı depolama süreli levhalara ait yüzey sağlamlığı oranları (x), standart sapması (s) ve standart hata (S.E), minimum değer (X_{Min}), maksimum değere (X_{Max}) ait veriler Çizelge 3.29’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.29. Levhaların yüzey sağlamlığı oranları (N/mm^2).

Levha Grupları	Aritmetik Ortalama (X)	Std. Sapma (S)	Std. Hata (S.E)	X_{Min} .	X_{Max} .	Varyasyon Katsayısı (V) (S/X)
A	1,33 a	0,06	0,02	1,27	1,42	0,05
B	1,34 a	0,14	0,06	1,21	1,59	0,10
C	1,33 a	0,10	0,03	1,25	1,52	0,08
D	1,31 a	0,06	0,26	1,20	1,38	0,05
E	1,29 a	0,04	0,18	1,22	1,34	0,03
F	1,30 a	0,02	0,08	1,28	1,33	0,02

Levhaların yüzey sağlamlığı testlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 3.30’da gösterilmiştir.

Çizelge 3.30. Levhaların yüzey sağlamlığı testlerine ait varyans analiz sonuçları.

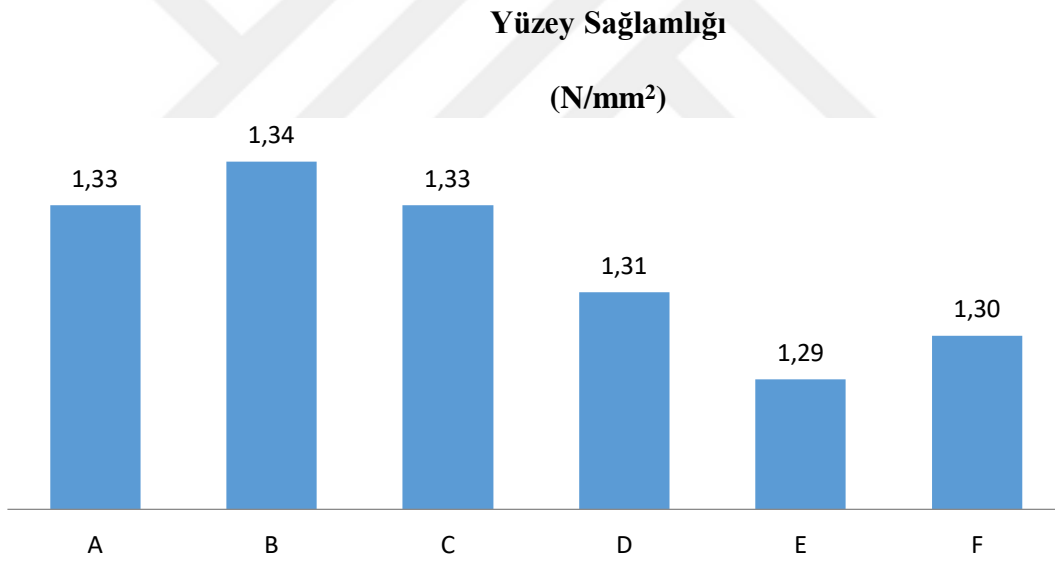
Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	0,01	5	0,002	0,357	0,874
Gruplar İçi	0,18	30	0,006		
Toplam	0,19	35			

Varyans analiz sonuçlarına göre her bir varyasyonun ortalama levhaların yüzey sağlamlığı değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$). Bu nedenle bu farkın olmadığını ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır. Çizelge 3.31’de Duncan testi sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 3.31. Levhaların yüzey sağlamlığı değerlerine ait Duncan testi sonuçları.

Hammadde	Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri (N/mm ²)	
	N	1
A	6	1,33
B	6	1,34
C	6	1,33
D	6	1,31
E	6	1,29
F	6	1,30
Sig.		0,393

Şekil 3.9'da levhaların yüzey sağlamlığı değerleri görülmektedir.



Şekil 3.9. Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri (N/mm²).

Çizelge 3.9'da levhaların yüzey sağlamlığı değerleri incelendiğinde en yüksek B numunesinde 1,34 olduğu görülmektedir. En düşük E numunesinde 1,29 olduğu görülmektedir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre numuneler arasında anlamlı bir fark yoktur. Levhaların yüzey sağlamlığı ile ilgili TS EN 312 standardında 13 ile 20 mm kalınlıktaki levhalar için (Tip P2)'de minimum değer 0.8 N/mm² olduğu belirtilmektedir [6]. Buna göre tüm levha gruplarında yüzey sağlamlığı ortalama değerleri standartlara uygundur.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, yongalevha üretiminde maliyeti etkileyen kapak tahtalarının kullanımını optimal oranda artırarak levha maliyetini düşürüp, maksimum kalite ve kapasite artışı yakalanmasını sağlayacak şartları ortaya koymaktır. Bu çalışma kapsamında, yongalevhanın üretim teknolojisi anlatılmış olup, Kastamonu Entegre A.Ş. Gebze Yongalevha Tesisinde ithal çam yongası ve kapak tahtası yongalarının belirli oranlarda kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Deneme levhaların üretim sonrası rastgele seçilerek laboratuvar ortamında testlere tabi tutulmuştur. Hammadde kaynağı olarak ABD menşeli çam yongası ile kapak yongaları tüm levha gruplarında meşe %15, kavak % 5 ve talaş %10 oranında sabit tutularak ithal çam yongası %70, 65, 60, 55, 50 ve 45 ile kapak tahtası sırasıyla, %0, 5, 10, 15, 20, 25 oranlarında kullanılarak üretilmiştir.

Üretilen levhaların ortalama rutubet miktarları en düşük F grubu levhalarda %5,86 en yüksek A grubu levhalarda %6.90 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresine göre levha grupları arasında istatistik anlamda önemli fark bulunsa da TS-EN 312'de %5 ile %13 arasında olabileceği belirtilmiş olup elde ettiğimiz değerler bu sınırlar içerisinde [6].

Hedeflenen yoğunluk 600-650 kg/m³'tür. Yoğunluk, en yüksek A grubu levhalarda 636,40 kg/m³, en düşük D grubu levhalarda 621,24 kg/m³ olarak tespit edilmiştir. Ortalama yoğunluk değeri 625,67 kg/m³'dür.

Kalınlık artımı miktarı 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek F grubu levhalarda (%7,73), en düşük A grubu levhalarda (%4,17) olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda en yüksek D grubu levhalarda (%20,08), en düşük B grubu levhalarda (%16,24) olarak tespit edilmiştir. TS-EN 312 tip P3'te nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar için 24 saatte en fazla %14 olması gerektiği belirtilmiştir [6]. Buna göre kalınlık artımı 24 saat için standart değerden tüm gruplarda yüksek bulunmuştur. Diğer yandan ithal çam odunu yongası oranı arttıkça kalınlık artımında kısmı bir artış olduğu ifade edilebilir. Bu durum fabrikasyon ortamında serme sırasında meydana gelen hatalardan kaynaklandığı söylenebilir.

Eğilme direnci en düşük B grubu levhalarda 12,09 N/mm², en yüksek A grubu levhalarda 14,53 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Burada eğilme direnci 13 mm'den büyük 20 mm'ye kadar olan levhalar için en az 11 N/mm² olarak belirtilmiştir. Genel olarak bütün levha grupları buna uygundur. İthal çam yongasının azaltılmasıyla veya kapak tahtası kullanım oranının artırılması ile eğilme direncinde önemli bir değişim meydana gelmemiştir. Buna göre yurt içinden temin edilen kapak tahtalarının %25 oranına kadar rahat bir şekilde kullanılabilceğini göstermiştir.

Elastikiyet modülü eğilme direncine paralel olarak en yüksek A grubu levhalarda 2657,63 N/mm², en düşük B grubu levhalarda 2389,39 N/mm² olarak tespit edilmiştir. TS-EN 312'ye göre kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) şartlar için 18 mm kalınlıktaki levhalarda minimum elastikiyet modülü 1600 N/mm² olarak belirtilmiştir [6]. Buna göre tüm gruplarda bu değerden oldukça yüksek bulunmuş olup standartlara uygun bulunmuştur.

Yüzeye dik çekme direnci (YDÇ) en yüksek B grubu levhalarda 0.43 N/mm² en düşük E grubu levhalarda 0.35 N/mm² olarak bulunmuştur. TS-EN 312'ye göre kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dâhil) şartlar için 18 mm. kalınlıktaki levhalarda minimum yüzeye dik yönde çekme direnci 0.35 N/mm² olarak belirtilmiştir [6]. Buna göre tüm gruplarda bu değerden yüksek bulunmuş olup standartlara uygundur. Buna göre ithal çam yongasının yerine %25 oranlara kadar endüstriyel kaynaklarımızdan temin edilen kapak tahtası yongalarının kullanılabilceğini göstermektedir. Vida tutma gücü yüzey ve yan olarak belirlenmiş olup istatistik anlamda ortalamalar arasında önemli bir fark bulunmamıştır.

Vida tutma direnci yüzey ve yan olarak belirlenmiş olup yüzeyde 1040-1083 N, yan 670-774 N arasında değişmektedir. Ayciçeği saplarından üretilen levhalarda, levha kenarına dik vida tutma direnci 419.7-521.9 N, yüzeye dik vida tutma direnci ise 447.5-751.1 N arasında yer almıştır [76]. Melamin kaplı yongalevhalarda yan vida tutma direnci 907 N, yüzeye dik vida tutma direnci 1230 N olarak belirlenmiştir [77].

Levhaların yüzey sağlamlığı değerleri incelendiğinde en yüksek B grubu levhalarda 1,34, en düşük E grubu levhalarda 1,29 olarak bulunmuş olup standartlara uygundur.

Bu çalışmada dışa bağımlılığı azaltmak amacıyla mevcut kaynaklarımızdan endüstriyel atıklardan elde edilen kapak türü malzemelerin alternatif hammadde olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Fabrikasyon ortamında ithal çam ve endüstriyel kapak

tahtası yongaları belirli oranlarda karıştırılarak üretimi gerçekleştirilen levhaların tamamı standartlara uygun bulunmuştur. Yurt dışından getirilen yongalar daha homojen yapıdadır. Ancak mekanik özelliklerde ithal çam yongası oranı artırılması ile önemli bir değişme meydana gelmemiştir. Buna göre ithal yolla temin edilen hazır çam yongasının yongalevha üretimde kullanımını azaltılarak bunun yerine aynı üretim koşullarında kapak tahtası yongalarının levha üretiminde değerlendirilmesinin teknolojik olarak standartlara uygun olduğu anlaşılmıştır. Bu sonuçlara göre yurt içinden temin edilen kapak tahtalarının %25 oranına kadar rahat bir şekilde kullanılabileceğini göstermiştir.

Yurt dışından getirilen yongalar daha homojen yapıda olduğundan dolayı levhanın direnç özelliklerinde homojen bir yapı oluşturduğu söylenebilir. Ancak kapak tahtası gibi endüstriyel atıkların piyasadan yeterince temin edilebildiği takdirde yongalevha üretiminde ithal çam yongasına alternatif olarak kullanılabileceği ifade edilebilir.

Çizelge 4.1. Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri.

Levha tipi	A	B	C	D	E	F
Yoğunluk (g/cm ³)	0,65	0,65	0,65	0,65	0,65	0,70
Tutkal Orta Tab Oranı %	9	9	8	8	9	9
Tutkal Dış Tab Oranı %	11	11	10	10	11	11
Kalınlık artımı 2h (%)	4,17 (1,54)	4,21 (1,84)	4,69 (1,37)	4,69 (1,52)	6,71 (1,99)	7,73 (1,62)
Kalınlık artımı 24h (%)	17,17 (1,86)	16,24 (2,12)	18,24 (1,39)	16,51 (1,38)	20,08 (0,85)	19,63 (1,03)
Su Alma 2 h (%)	32,20 (5,30)	30,33 (7,03)	24,21 (2,70)	30,42 (6,41)	37,33 (6,31)	38,35 (6,16)
Su Alma 24 h (%)	68,22 (6,17)	63,00 (8,24)	64,09 (5,22)	62,68 (7,93)	72,97 (5,25)	76,50 (5,16)
Eğilme direnci (N/mm ²)	14,53 (1,86)	12,09 (1,50)	12,69 (2,12)	12,23 (2,12)	12,94 (1,92)	12,65 (2,01)

Çizelge 4.1 (devam). Üç tabakalı olarak üretilen yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri.

Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	2657,63 (264,31)	2389,39 (295,16)	2465,38 (336,59)	2444,02 (227,67)	2464,39 (270,17)	2416,01 (333,58)
Çekme direnci (N/mm ²)	0,41 (0,08)	0,43 (0,02)	0,39 (0,03)	0,40 (0,06)	0,35 (0,04)	0,38 (0,05)
Vida çekme direnci dik (N)	1083,33 (116,68)	1071,33 (39,82)	1040,00 (144,66)	1142,66 (47,72)	1053,33 (55,42)	1050,33 (147,57)
Vida çekme direnci paralel (N)	689,66 (46,87)	726,00 (103,11)	694,00 (120,12)	714,00 (39,50)	670,66 (15,04)	774,00 (38,19)
Yüzey Sağlamlığı (N/mm ²)	1,33 (0,06)	1,34 (0,14)	1,33 (0,10)	1,31 (0,06)	1,29 (0,04)	1,30 (0,07)

5. KAYNAKLAR

- [1] *Yonga Levhalar-Tarif ve Sınıflandırma*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 309, 2008.
- [2] *Methods of Test for Wood Chipboard and Other Particleboard*, British Standarts Institution BS 1811, 1969.
- [3] C. Güler, "Farklı kalınlıklarda üretilmiş yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri," *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, c. 11, s. 1, ss. 53-63, 2015.
- [4] İ. Arslantaş, "Çimentolu Yongalevha ve Prefabrik Yapı Elemanları Üretim Tesisi Sanayi Profili," *Sanayi Ve Ticaret Bakanlığı Sanayi Araştırma ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yatırımlar ve Projelendirme Dairesi Başkanlığı*, 2001.
- [5] S. Dayanıklıoğlu, "Türkiye'de yonga ve lif levha sektörü," *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, c. 117, ss. 52-60, 2013.
- [6] *Yonga Levhalar-Özellikler*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 312, 2012.
- [7] H. Kalaycıoğlu, "Sahil Çamı (Pinus Pinceter Ait) odunlarının yongalevha üretiminde kullanılması imkânları," Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Karadeniz Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 1991.
- [8] M. Nacar, "Okalıptüs odununun yongalevha üretiminde kullanılması imkânları," Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 1997.
- [9] T. Akbulut, "Orus-Vezirköprü yongalevha fabrikasında üretilen levhaların teknolojik özellikleri," Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1991.
- [10] M. H. Akyıldız, "Türkiye'de yongalevha ve lif levha endüstrisinin yapısı ve sorunları," Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2003.
- [11] A. Ekizoğlu, "Türkiye'de yongalevha endüstrisi sorunları ve çözüm yolları," Doktora tezi, Orman Ekonomisi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1985.
- [12] M. Türkoğlu Durmuş, "Türkiye'de yongalevha endüstrisinde talep tahmini," Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2002.
- [13] Y. Sevinçli, "Atık lavanta bitkisinden üretilen yongalevhanın mekanik ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi," Yüksek lisans tezi, Yapı Eğitimi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2014.
- [14] G. Gündüz ve Z. A. Yılmaz, "Türkiye'de 16 farklı tesiste üretilen yongalevhaların teknolojik özellikleri," *Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 7, s. 8, ss. 49-57, 2005.
- [15] A. İstek, İ. Özlüsoylu ve A. Kızılkaya, "Türkiye ahşap esaslı levha sektör analizi", *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, c. 19, s. 1, ss. 132-138, 2017.

- [16] T. Akbulut, "Yonga levha teknolojisi," *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, c. 7, ss. 112-119, 2000.
- [17] Y. Göker, "Değişik yöntemlerle üretilmiş yongalevhaların kullanım yerleri," *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, c. 7, ss. 128-133, 2000.
- [18] Y. Bozkurt ve Y. Göker, "Yonga levha teknolojisi," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 40, s. 2, 1990.
- [19] A. Yaman, "Ahşap ve levha sektöründe gelişmeler ve beklentiler," *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, c. 18, ss. 92-107. 2002.
- [20] H. T. Şahin, Lignoselülozik Kompozitler, *Ders Notları (Yayınlanmamış)*, Isparta 2011.
- [21] T. Akbulut, "Çeşitli üretim değişkenlerinin yongalevhanın teknolojik özellikleri üzerine etkisi," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c.48, s. 1, ss. 91-116, 1998.
- [22] N. M. Stark, Z. Cai and C. Carll, "Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. General Technical Report FPL-GTR-190," U.S.A.: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010, ch. 1, pp. 2-26.
- [23] İ. Akyüz, "Avrupa Birliğine giriş sürecinde Türkiye ile Avrupa Birliği üye ülkelerin yonga levha dış ticareti," *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, c. 3, s. 4, ss. 124-134, 2004.
- [24] Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, (2012, 01 Aralık). *Türkiye Orman Ürünleri Meclisi 2011 yılı Sektör Raporu*. Erişim: https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2012/Orman%20Urunleri%20Rapor_2011.pdf.
- [25] B. Güler, "Odun kompozitleri," *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, s. 2, ss. 135-160, 2001.
- [26] R. Özen, Yonga Levha Endüstrisi, *Ders Notları*, Trabzon, 1980.
- [27] S. Dayanıklıoğlu, "Türkiye'de lif levha ve yongalevha sektörünün durumu, Avrupa Birliği ülkeleriyle karşılaştırılması, problemleri ve çözüm yolları," Yüksek lisans tezi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 2004.
- [28] Y. Z. Erdil ve E. Avcı, "Türkiye'de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi," Muğla Üniversitesi Yayınları Araştırma Projesi, Muğla, 2009.
- [29] S. Dayanıklıoğlu, "Türkiye'de yonga ve lif levha sektörü", *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, s. 117, ss. 52-54, 2013.
- [30] Y. Bozkurt, Odun Anatomisi, *Ders Notları*, İstanbul, 1992.
- [31] B. Karakuş, "Çeşitli bitkisel sera atıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi," Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2007.
- [32] J. E. Atchison, "Joint Textbook of The Paper Industry," *Tappi Press*, pp 157-174, 1989.

- [33] R. M. Rowell, R. A. Young and J. KRowell, "Processing of agro-based resource sin to pulpand paper, in paper and composites from agro based resources," *CRC Press*, pp. 137-245.
- [34] *Lif, Yonga ve Talaş Yapımında Kullanılan Odun*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 1351, 1974.
- [35] M. Yeniocak, "Bağ budama artıklarının yongalevha üretiminde değerlendirilmesi," Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye, 2008.
- [36] Y. Bozkurt ve Y. Göker, "Yongalevha Endüstrisi," *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, İstanbul, s. 263, 1985.
- [37] R. Özen ve H. Kalaycıoğlu, *Yonga Levha Endüstrisi, Ders Notları*, Trabzon, 2007.
- [38] S. Bardak, "Bazı faktörlerin yonga levhanın teknolojik özellikleri üzerine etkileri," *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi 20-22 Mayıs, V: 1887-1898*, Artvin, Türkiye, 2010.
- [39] Y. Bozkurt ve Y. Göker, "Yonga Levha Endüstrisi," *Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları 3311/372, 1990, s. 263.
- [40] A. Geçgel, "Bağ budama artıklarından elde edilen yonga levhaların çeşitli malzemeler ile güçlendirilerek fiziksel ve mekanik özelliklerinin geliştirilmesi," Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye, 2010.
- [41] E. Avcı, "Türkiye'de üretilen yonga ve lif levhaların bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinin TS EN standartlarına uygunluğunun ve tutarlılığının belirlenmesi," Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye, 2007.
- [42] J. A. Younquist, *Wood-Based Composites and Panel Products, Wood Handbook, Forest Products*, Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-113, Madison, U.S. 1999.
- [43] I. O. Salyer, and A .M Usmani, "Utilization of bagasse in new composite building materials, industrial and engineering chemistry," *Product Research and Development*, 1982.
- [44] A. Pablo, R. L. Geimer, and J. E. Madison, "Wood Proceedings, Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composite Materials," *Forest Products. Society*, vol. 4, pp. 98-102, 1994.
- [45] R. O. Gertjansen, "Properties of Particleboard from Sunflower Stalks and Aspen Planer Shavings," *Universiyt of Minnesota Agriculture Experiment Station, Technical Bulletin*, vol. 311, pp. 8, USA, 1977.
- [46] Y. Bozkurt ve Y. Göker, *Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı*, İstanbul, Türkiye: İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, 1985.
- [47] H. Kalaycıoğlu ve R. Özen, *Yonga Levha Endüstrisi, Ders Notları*, KTÜ Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon, 2012.
- [48] H. T. Cehreli ve H. Kalaycıoğlu, "Yonga levha ve diğer malzemelerden formaldehit ayrışması ve formaldehit miktarının saptanması," *Orman Ürünleri Endüstri Kongresi*, Trabzon, Türkiye, 1985.

- [49] S. Huş, “Ağaç malzeme tutkalları, “ *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 12, s. 2, 1962.
- [50] G. Nemli ve S. Çolak, “Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları,” *Ağaç Makineleri*, c. 4, ss. 46-48, 2002.
- [51] P. Usta, “Çay bitkisi atıklarından elde edilen kompozit levhanın mekanik ve fiziksel özellikleri üzerine bir araştırma,” Yüksek lisans tezi, Yapı Eğitimi Ana Bilim Dalı, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, Türkiye, 2011.
- [52] C. Güler, “Pamuk saplarından kompozit levha üretimi olanaklarının araştırılması,” Doktora tezi, Ormancılık ve Orman Mühendisliği, Karaelmas Üniversitesi, Zonguldak, Türkiye, 2001.
- [53] R. Özen, “Kimyasal kağıt hamuru atık sularının yongalevha (Waferboard) üretiminde yapıştırıcı madde olarak değerlendirilmesi olanakları,” *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, 1981.
- [54] R. Özen, “Dikey yongalı levhalar,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, c. 25, s. 2, 1975.
- [55] E. Çakmak, “Bazı kimyasallarla emprenye edilmiş yongalevhaların yanma direncinin araştırılması,” Yüksek lisans tezi, Mobilya Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Karabük Üniversitesi, Karabük, Türkiye, 2008.
- [56] H. Kalaycıoğlu, “Sahil çamı (*Pinuspinaster* ait) odunlarının yongalevha üretiminde kullanılması imkanları,” Doktora tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 1991.
- [57] E. Roffael, “Drying of Pine Particles and the Effect on the Strength of Particleboard. In: Proceeding,” 21st International Particle Board/Composite Materials Symposium, Washington State University, USA, 1987.
- [58] F. P. Kollmann, E. W. Kuenzi and A. J. Stamm. “Principles of Wood Science and Technology. Wood Based Materials,” Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 1975, pp 139-149.
- [59] A. İstek, Orman Endüstri, *Ders Notları*, Bartın, 2010.
- [60] Y. Bozkurt, ve Y.Göker, “Yongalevha endüstrisi,” *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No:413*, İstanbul, 1990.
- [61] A. Biçer, “Sodyum karboksimetilselüloz (Na-CMC) modifiyeli yongalevha üretimi,” Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2014.
- [62] S. Bardak, “Kokar ağaç (*Ailanthus Altissima* (Mill.) Swingle) odununun yongalevha endüstrisinde değerlendirilme imkanları,” Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye, 2014
- [63] S. Sancar, “Yongalevhaların depolama süresinin teknolojik özelliklerine etkisi,” Yüksek lisans tezi, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2018.
- [64] Ö. Yiğittap, “Tutkallamada yonga sıcaklığının levha özelliklerine etkisi,” Yüksek lisans tezi, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın Üniversitesi, Bartın, Türkiye, 2016.

- [65] *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 326-1, 1999.
- [66] *Ahşap Esaslı Levhalar-Birim Hacim Ağırlığının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 323, 1999.
- [67] *Kondiyonlama ve/veya deney için standard atmosferler-Özellikler*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 642 ISO 554, 1997.
- [68] *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Su İçersine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 317, 1999.
- [69] *Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 310, 1999.
- [70] *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 319, 1999.
- [71] *Ahşap esaslı levhalar-Deney Parça Boyutlarının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 325, 2012.
- [72] *Ahşap esaslı levhalar- Yüzey sağlamlığı-Deney Metodu*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 311, 2005.
- [73] *Yonga levhalar ve lif levhalar-Vida tutma mukavemetinin tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü TS EN 320, 2011.
- [74] *Vida dişleri- ISO genel amaçlı, metrik- Bölüm 4: 0,5mm ince adımlı-anma çapı 3,5 mm ile 90 mm olan vida dişleri için anma ölçüleri*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 61-4, 2016
- [75] *Bağlama Elemanları-Vidalar-Kısım: 20 ISO Metrik genel maksatlar için temel profil, gerçek profil*, Türk Standartlar Enstitüsü TS 61-20, 2017.
- [76] İ. Bektaş, C. Güler ve H. Kalaycıoğlu, “Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.) saplarından üre-formaldehit tutkalı ile yongalevha üretimi,” *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, c. 5, s. 2, ss. 49-56, 2002.
- [77] B. C. Bal, E. Akçakaya and Z. Gündeş, “Screw-Holding Capacity of melamine-faced fiberboard and particleboard used in furniture production,” *Mugla Journal of Science and Technology* vol. 2, pp. 49-52, 2016.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : MURAT İBİŞ
Doğum Tarihi ve Yeri : 25.11.1974-Eskişehir
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : mibis@keas.com.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Orm.End.Müh	Düzce Üniversitesi	2018
Lisans	Orm.End.Müh.	İstanbul Üniversitesi	1997
Lise	Matematik	İzmit Lisesi	1991