



T.C.

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**KÂĞIT KAPLAMA ATIKLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE**  
**KULLANILMASI VE ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

**HAZIRLAYAN**

**ENES ÖZ**

**DANIŞMAN**

**PROF. DR. ABDULLAH İSTEK**

**BARTIN-2019**



**T.C.**

**BARTIN ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KÂĞIT KAPLAMA ATIKLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE  
KULLANILMASI VE ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HAZIRLAYAN**

**ENES ÖZ**

**JÜRİ ÜYELERİ**

Danışman : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman) - Bartın Üniversitesi  
Üye : Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT - Bartın Üniversitesi  
Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hikmet YAZICI - Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

**BARTIN-2019**

## KABUL VE ONAY

Enes ÖZ tarafından hazırlanan “KÂĞIT KAPLAMA ATIKLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILMASI VE ÖZELLİKLERE ETKİSİ ” başlıklı bu çalışma, 05.12.2019 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman) .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Hikmet YAZICI .....

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

Prof. Dr. H. Selma ÇELİKAY  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## BEYANNAME

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

05.12.2019

Enes ÖZ

## ÖNSÖZ

Yüksek lisans döneminde her türlü konuda beni yalnız bırakmayarak danışmanlığımı üstlenen, araştırma konusunun seçiminden sonuçlandırılmasına kadar katkı ve emeklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli hocam Prof. Dr. Abdullah İSTEK'e ve Arş. Gör. İsmail ÖZLÜSOYLU'ya saygıyla ve içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Fikir ve önerileri ile sağladıkları katkılar için Kastamonu Entegre yönetim kuruluna, müdürlerime ve değerli çalışanlarına teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her safhasında olduğu gibi tez çalışmam süresince de verdikleri moral ve destek ile beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan kıymetli aileme, sevgili eşime, eminim ki doğduğunda bana ilham kaynağı olacak kızıma ve dostlarıma sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

Enes Öz

## ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

### **KÂĞIT KAPLAMA ATIKLARININ YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILMASI VE ÖZELLİKLERE ETKİSİ**

**Enes ÖZ**

**Bartın Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah İSTEK**

**Bartın-2019, sayfa: 101**

Çalışmada, levha fabrikalarında atık olarak ortaya çıkan ham kaplama kağıdı veya reçine emdirilmiş kağıt kaplama atıklarının (M), yonga levha üretiminde hammadde olarak normal yonga ile karışım halinde kullanılmıştır. Atık melamin kâğıt sadece orta tabakada % 1, % 3, % 5, % 7 ve % 9 olmak üzere 5 farklı oranda kullanılmıştır. Tutkal olarak tam kuru yonga ağırlığına oranla yüzey tabakalarında % 13, orta tabakada ise % 7 oranında UF tutkalı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kağıt kaplama atık ilavesiyle birlikte levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde doğrusal olmayan değişimler olduğu gözlemlenmiştir. % 5 ve % 7 kağıt kaplama atık ilavesinde optimum sonuçların elde edildiği görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Yonga levha; melamin; atık; kâğıt özellikler.

**Bilim Alanı Kodu:** 120506; 120502

## **ABSTRACT**

**M. Sc. Thesis**

### **THE EFFECT OF PAPER COATING WASTE ON PARTICLE BOARD PROPERTIES**

**Enes ÖZ**

**Bartın University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Forest Industry Engineering**

**Thesis Advisor: Prof. Abdullah İSTEK**

**Bartın-2019, pp: 101**

In this study, melamine impregnated waste coating papers (M), which are produced as waste in plate factories, were used as a raw material in the production of particleboard in mixture with normal particleboard. The waste melamine paper was used only in 5 different ratios of 1%, 3%, 5%, 7% and 9% in the middle layer. UF glue was used as 13% in the surface layer and 7% in the middle layer compared to the full dry chip weight. According to the results, non-linear changes in the physical and mechanical properties of the sheets were observed with the addition of waste melamine paper. Optimum results were obtained with the addition of 5% and 7% waste melamine paper.

**Keywords:** Particle board; melamine; waste; paper properties

**Science Field Code:** 120506; 120502

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY .....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET .....	v
ABSTRACT .....	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	x
BÖLÜM 1 GİRİŞ .....	1
1.1 Tezin Amacı.....	1
1.2 Atık Maddelerin Değerlendirilmesi.....	1
1.2.1 Geri Dönüşüm .....	4
1.2.2 Sıfır Atık .....	5
1.3 Yonga Levha Tanımı ve Özellikleri .....	6
1.3.1 Yonga Levhanın Sınıflandırılması .....	7
1.3.1.1 Yonga Ebatlarına ve Geometrisine Göre Yonga levhalar .....	8
1.3.1.2 Presleme Yöntemlerine Göre Yonga levhalar.....	8
1.3.1.3 Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar .....	9
1.3.1.4 Katman Sayılarına Göre Yonga levhalar.....	9
1.3.1.5 Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Bağlı Olarak Yonga levhalar .....	9
1.3.1.6 Presleme Şekline Göre Yonga levhalar.....	10
1.3.1.7 Özel Ek İşlem Görmüş Yonga levhalar .....	10
1.4 Yonga Levha Üretim Teknolojisi .....	11
1.4.1 Yongalama .....	11
1.4.2 Kurutma .....	14
1.4.3 Depolama .....	15
1.4.4 Tutkallama.....	15
1.4.5 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) .....	16
1.4.6 Ön Presleme (Soğuk Pres) .....	16



1.4.7 Presleme (Sıcak Pres).....	17
1.4.8 Levhaların Klimatize Edilmesi .....	17
1.4.9 Boyutlandırma.....	18
1.4.10 Zımpara .....	18
1.5 Reçine Emdirilmiş Lamine Kağıt Üretim Teknolojisi.....	19
1.5.1 Üretimde Kullanılan Kâğıtlar.....	21
1.5.1.1 Ham Kâğıt .....	21
1.5.1.2 Dekor Kâğıdı .....	21
1.5.1.3 Dengeleme (Balans) Kâğıdı .....	21
1.5.1.4 Koruyucu (Ovarley) Kâğıdı.....	21
1.5.2 Kağıt Kaplama Atıklarının Elde Edilişi .....	24
1.6 Ahşap Esaslı Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları.....	32
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOT .....	35
2.1 Materyal .....	35
2.1.1 Odun Hammaddesi.....	35
2.1.2 Tutkal .....	36
2.1.3 Kâğıt Kaplama Atıkları .....	36
2.2 Metot.....	36
2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi .....	37
2.2.2 Yongaların Kurutulması.....	39
2.2.3 Yongaların Elenmesi.....	40
2.2.4 Tutkallama.....	41
2.2.5 Levha Taslağının Hazırlanması.....	45
2.2.6 Presleme .....	45
2.2.7 Pres Sonrası İşlemler.....	48
2.2.8 Test Numunelerinin Hazırlanması .....	49
2.2.9 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini .....	50
2.2.9.1 Fiziksel Özelliklerin Tayini.....	52
2.2.9.2 Mekanik Özelliklerin Tayini .....	54
2.2.10 Verilerin Değerlendirilmesi .....	56
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA .....	57

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular .....	57
3.1.1 Özgül Ağırlık (Yoğunluk).....	57
3.1.2 Rutubet (Nem).....	59
3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı .....	60
3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	62
3.2.1 Yüze Dik Çekme Direnci .....	63
3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci .....	65
3.2.3 Vida Tutma.....	67
3.2.4 Yüzey Sağlamlığı.....	69
3.3 Kâğıt Kaplama Atıklarının Levhadaki Formaldehit Emisyon Değeri .....	70
BÖLÜM 4 SONUÇ VE ÖNERİLER .....	72
KAYNAKLAR.....	74
EKLER .....	78
ÖZGEÇMİŞ.....	87

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	:Yüzde
°	:Derece (Açı)
°C	:Santigrat Derece (Sıcaklık)
±	:Tolerans
%	:Yüzde
AŞ.	:Anonim Şirketi
cm	:Santimetre
D	:Direnç
EAK	:Emprenyeli Atık Kağıt
Fmax	:Maksimum Kuvvet
gr	:Gram
gr/cm <sup>3</sup>	:Gram/Santimetreküp
KEAS	:Kastamonu Entegre Anonim Şirketi
Kg	:Kilogram
Kg/cm <sup>2</sup>	:Kilogram/Santimetrekaire
Kg/m <sup>3</sup>	:Kilogram/Metreküp
KW	:KiloWatt
LDN	:Lif Doygunluğu Noktası
Lt	:Litre
m <sup>2</sup>	:Metrekare
m <sup>3</sup>	:Metreküp
MDF	:Medium Density Fiberboard
MEK	:Melamin Emprenyeli Kağıt
mm	:Milimetre
M	:Kağıt Kaplama Atık
MF	:Melamin Formaldehit
MUF	:Melamin Üre Formaldehit
N	:Newton
N/mm <sup>2</sup>	:Newton/Milimetrekaire
ORT	:Ortalama
OSB	:Oriented Structural Board
OT	:Orta Tabaka
ÜF	:Üre Formaldehit
ÜT	:Üst Tabaka
pH	:Asitlik veya Bazlık Derecesi
SPSS	:Statistical Package for the Social Sciences
YL	:Yonga Levha
WMIP	:Farklı Tipteki Melamin Kağıt

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1.1: Çeşitli kalınlık ve tipte yonga levha.....	6
1.2: Kaba yongaların inceltilmesinde kullanılan ring. ....	12
1.3: Bilenmiş / Bilenmemiş ring. ....	13
1.4: Bileme robotu. ....	13
1.5: Döner tambur kurutucu ve ön kurutucu. ....	14
1.6:Kuru Silolar. ....	15
1.7: Ön pres alt-üst tamburdan pastanın geçişi.....	17
1.8: Levha depolama ambarları.....	18
1.9: Yonga levha üzerine melamin emdirilmiş dekor kâğıdı örnekleri.....	19
1.10: Atık melamin kâğıt örnekleri. ....	20
1.11: Laminat parkenin iç görünüşü.....	20
1.12: Melamin kâğıt üretim hattı genel görünüşü. ....	22
1.13: Kesici bıçak yardımıyla fazla kenar payının kesilmesi.....	24
1.14: Kâğıtların numaralanmış raf düzeninde ve uygun şartlarda depolanması. ....	25
1.15: Tek katlı melamin presten çıkan levha üzerine kâğıt kaplanmış levha.....	26
1.16: Presten çıkan levhanın detaylı yan görünümü ve levhanın boyutlarından taşan atık kâğıt.....	27
1.17: Pres sonrası levha kenarındaki fazla kâğıdı temizleyen ve toplayan makine. ....	27
1.18: Pres sonrası kenarları temizlenmiş levhanın görünüşü. ....	28
1.19: Belirli sıcaklığa sahip kurutucu.....	28
1.20: Kâğıt kaynaklı atığa ayrılan melamin kâğıt. ....	28
1.21: Levha kenarındaki fazla payı kesen ve temizleyen makine. ....	30
1.22: Parçalayıcıdan geçen yeniden kullanıma hazır atık kâğıt. ....	30
1.23: Ham kâğıt ve dekor kâğıtlarına reçine emdirilmesi işlemi esnasında ortaya çıkan atık kâğıt.....	31
1.24: Atık kâğıtların parçalayan makine. ....	31
1.25: Atık kâğıtların parçalayan makinanın iç görünüşü.....	32
2.1: Çam, meşe, kavak odunun yonga hali	37
2.2: Odun chipslerin macro ve micro görünüşü.....	38
2.3: İnceltici değirmenden geçen flake malzeme.....	38
2.4: Metal parçalar ve toka.....	39

<b>2.5:</b> Kurutucu elek .....	40
<b>2.6:</b> Elek ve elek kaset kapakları .....	40
<b>2.7:</b> Tutkallama sistemi .....	41
<b>2.8:</b> Serme çıkışı levha taslağı .....	43
<b>2.9:</b> Orta tabakadaki merdanelerin genel görünüşü .....	44
<b>2.10:</b> Serme makinesinin genel görünümü .....	45
<b>2.11:</b> Ön pres (ön pres çıkış görünümü) .....	46
<b>2.12:</b> Ön pres çıkışı levha taslak görünümü .....	46
<b>2.13:</b> Katlı pres .....	47
<b>2.14:</b> Pres basınç-zaman diyagramı .....	47
<b>2.15:</b> Zımpara makinası .....	49
<b>2.16:</b> Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri .....	50
<b>3.1:</b> Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık değerleri .....	58
<b>3.2:</b> Levha gruplarının ortalama rutubet değerleri .....	60
<b>3.3:</b> Levha gruplarının 2 saatlik kalınlığına şişme miktarı değerleri .....	61
<b>3.4:</b> Levha gruplarının 2 saatlik su alma miktarı .....	62
<b>3.5:</b> Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri .....	64
<b>3.6:</b> Levha gruplarının ortalama eğilme direnç değerleri .....	66
<b>3.7:</b> Levha gruplarının ortalama eğilme elastikiyet modülü direnç değerleri .....	67
<b>3.8:</b> Deney levhalarının ortalama vida tutma değerleri .....	69
<b>3.9:</b> Levha gruplarının yüzey sağlamlığı değerleri .....	70
<b>3.10:</b> Deney levhalarının ortalama formaldehit emisyon değerleri .....	71

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo</b>	<b>Sayfa</b>
<b>No</b>	<b>No</b>
1.1: Melamin kâğıt kimyasal içeriği.....	23
2.1: Ağaç türlerine göre % karışım oranları.....	35
2.2: UF tutkalının özellikleri.....	36
2.3: Orta tabaka tutkalının özellikleri.....	42
2.4: Orta tabaka tutkal çözelti bileşen analizi.....	43
2.5: Üst tabaka tutkal çözelti bileşen analizi.....	44
2.6: Test numuneleri TS EN standart tablosu.....	50
3.1: Deneme levhalarının fiziksel özellikleri.....	57
3.2: Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık değerleri.....	58
3.3: Levha gruplarının rutubet değerleri.....	59
3.4: Levha gruplarının 2 saatlik ortalama su alma ve kalınlığına şişme miktarı.....	60
3.5: Deneme levhaları mekanik özellikler.....	63
3.6: Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	64
3.7: Levha gruplarının ortalama eğilme ve eğilmeye elastikiyet modülü direnci değerleri.. .....	65
3.8: Deney levhalarının ortalama vida tutma değerleri.....	67
3.9: Levha gruplarının yüzey sağlamlığı değerleri.....	69
3.10: Deney levhalarının ortalama formaldehit emisyon değerleri.....	70
4.1: Test değerleri.....	73

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1 Tezin Amacı

“Kâğıt Kaplama Atıklarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması ve Özelliklere Etkisi” isimli tez çalışması, genellikle lif levha ve yonga levha yüzey kaplamaları amacıyla kullanılan kağıt malzemelerin işlenmesi sırasında oluşan artık ve atık kağıtların, yonga levha üretiminde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, atık yönetim hedeflerine göre atık madde miktarının önce azaltılmasına gayret edilmiş sonrasında önlenemeyen kısımlar ise etkin atık yöntemine göre geri dönüştürme tarzı esas alınmıştır. Bu kağıt kaplama atıkları geleneksel yonga levha üretim koşullarında tam kuru yonga ağırlığına oranla orta tabakada %1, %3, %5, %7 ve %9 oranlarında kullanılmıştır. Kağıt kaplama atık kullanım oranının levha özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kağıt kaplama atık kullanımının uygunluğu değerlendirilmiştir.

### 1.2 Atık Maddelerin Değerlendirilmesi

Günümüzde doğal kaynaklar oldukça sınırlı olarak görülmekle birlikte, ortaya çıkan atık malzemelerin yeniden ekonomiye kazandırılması ve kullanılabilir ürün haline getirilmesi oldukça önemlidir (Türkoğlu vd., 2015). Bu nedenle endüstri sektöründe odun kökenli atık maddelerin tekrar üretime kazandırılması üzerine çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar, doğrudan ve dolaylı geri dönüşüm, yeniden kazandırma, enerji oluşumu yöntemleri üzerine gerçekleştirilmektedir (Demirkır ve Çolak, 2006).

Oduna dayalı hammaddenin işlenişi sırasında kullanılmayan atık malzemelerin elden çıkarılması ciddi bir israfa neden olmaktadır. Sadece odun kullanılarak elde edilen bazı ürünler atık malzemeler aracılığıyla ikame edilerek kullanılabilir. Ancak birçok endüstriyel üretim alanında ortaya çıkan atıklar bu çerçevede değerlendirilememekte ve birçok odun atığı kullanılmadan yok edilmektedir. Bu nedenle imha etme işlemi, işletmeler açısından da ciddi mali sorunlara neden olmaktadır. Maddi anlamda işletmelere zarar vermesinin yanında çevresel anlamda da çeşitli etkenlere neden olmaktadır.

Mengeloğlu ve Alma (2002)'in yapmış olduğu buğday saptarı üzerindeki çalışmada tarım atıkları ve lif kaynağı kullanılarak yonga ve lif levha kompozit malzemelerin üretilmesi konusunda fayda sağlayacak hususlara değinmiştir (Mengeloğlu ve Alma, 2002). Ateş vd. (2007)'in Türkiye'de Orman Kesim Artıkları ve Değerlendirilmesinde orman kesimi sırasında ortaya çıkan atık maddelerin değerlendirilmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Atık maddeler üretimde değerlendirilerek katkılarında söz edilmiştir. elik (2017)'in Motorlu Testere Talaşının Yonga Levha retiminde Değerlendirilmesi çalışmasında ibreli ve yapraklı odunlardan elde edilmiş motorlu testere talaşı ile sanayi odun yongaları birleştirilerek üretime uygunluğunu belirlenmiştir. rs vd. (2001)'in Asma Saptarının Yonga levha üretimine Uygunluğu çalışmasında yonga levha endüstrisinde Asma sap oranı ve am, kavak, testere talaşından yeniden değerlendirme çalışması yapılmıştır. Topbaşlı ve Sevinçli (2017) alışmasında atık muz ve lavanta sapı kullanılarak yonga levha üretiminde mekanik ve fiziksel özelliklerinin ne tür benzerlik ve ne tür sonuçlar ortaya çıkarıldığı tutkal oranını artırarak levha üretimi yapılabilereği bulunmuştur.

Geçgel (2010), yapmış olduğu çalışmasında; kullanılmayan bağ budama atıklarında alınan levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin kort bezi, sıva filesi, polyester elyafı gibi ilave malzemelerle destekleyip daha sonrasında mobilya ve dekorasyon sanayisinde kullanılmak için hazır hale gelmekte olduğunu ifade etmiştir.

Başboğa vd. (2017), iki farklı melamin emprenyeli atık kağıt (WMIP) ile herhangi bir bağlayıcı tutkal kullanmadan yonga levha üretmişlerdir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar melamin emprenye hattında elde edilen atık kağıtların (WMIP1), levha kenarlarından kesilerek elde edilen atık kağıtlara (WMIP2), göre bazı mekanik özellikler açısından daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca karışım halinde kullanım yerine, tek başına WMIP1 kullanımının mekanik özellikleri iyileştirdiği ve atık kağıt kullanım oranı arttıka da özelliklerde iyileşme olduğu vurgulanmıştır. Benzer bir çalışmada saf ve atık melamin emprenyeli kağıtlar (MEK) yonga levha üretiminde tutkal olarak değerlendirilmiş hem atık hem de saf MEK miktarının artması ile fiziksel ve mekanik özelliklerde iyileşme görülürken formaldehit emisyonunda artış olduğu tespit edilmiştir (Başboğa vd.,2018).



Yapılan bir çalışmada melamin emprenyeli atık kâğıtların (WMIP), yönlendirilmiş yonga levhaların (OSB) fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde etkisi belirlenmiştir. Çalışmada orta tabakada dolgu maddesi ve bağlayıcı olarak kullanılan WMIP'in fiziksel ve mekanik özellikleri olumlu yönde etkilediği belirtilmiştir. Ayrıca WMIP kullanımının hammadde ve tutkal tüketimini azaltan potansiyel bir dolgu maddesi ve bağlayıcı olabileceği vurgulanmıştır (Çavdar, 2013).

Farklı bir çalışmada melaminli atık kağıt toz haline getirilip ahşap esaslı levha üretiminde değerlendirilmiştir. Atık kağıt ekleme oranı ve melamin formaldehitin (MF) aktivitesine bağlı olarak suya dayanıklı ve iç sınıf yonga levha için ilgili standart gereksinimleri karşılayan bir yonga levha bağlayıcısı olarak kullanılabilmesi belirtilmiştir. Ayrıca melamin emprenyeli atık kağıtların melamin üre formaldehit tutkalı üretiminde melamin yerine kullanılabilmesi de belirtilmiştir (Le Fur, 2004).

Alpar ve Winkler (2006), emprenyeli atık kâğıdın (EAK) yonga levha üretiminde kullanılmasının bazı levha özellikleri ve formaldehit emsyonu üzerine etkilerini belirlemiştir. Bu çalışmaya göre yongalara sadece %20 oranında EAK ilavesi ile yonga levha üretilebileceği anlaşılmıştır. Ayrıca %10 üre formaldehit (ÜF) tutkalı ile yapılan standart bir üretimdeki değerlere, %20 EAK + %5 ÜF kullanımı ile ulaşılabileceği vurgulanmıştır.

Atık overlay ve dekor kâğıtlarının belli oranlarda odun lifi ile karıştırılması ile üretilen orta yoğunluklu lif levhaların (MDF) boyutsal stabilizasyonu ve mekanik özelliklerinde önemli bir iyileşme olduğu belirtilmiştir (Ayrılmış, 2012).

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda sürdürülebilir atık yöntemi adı altında atıkların değerlendirilmemesi problemini ortadan kaldırmak için çalışmalar yapılmıştır. Endüstriyel odun atıklarının yanında tarımsal atıkların geri dönüşüme konu olan bölümlerinin sağlıklı ve verimli bir şekilde ekonomiye kazandırılması hedeflenmiştir. Ormanların hızla yok olduğu günümüzde ağaç malzemeye olan ihtiyacın her geçen gün artmasından dolayı kullanılan ağaç malzemenin oranların azaltılması endüstriye katkı sağlayacaktır.

### 1.2.1 Geri Dönüşüm

Son yıllarda hammadde kaynağına ulaşım sıkıntısından, artan hammadde fiyatlarından ve hammaddelerin hızla yok olmasından yola çıkarak yapılan araştırmalarda geri dönüşüme önem gösterilmesi hem sosyo-politik açıdan hem de ülke ekonomisine katma değer açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu hususların yanı sıra çevre kirliliğinin oluşmasını engellemede geri dönüştürme ve yeniden değerlendirerek kullanım sağlanmaktadır.

Endüstri sektörü kullandığı hammaddenin sürdürülebilir ekolojiye katkı sağlama adı altında atıkların değerlendirilmesi ve azaltılması çalışmalarında üretime kazandırılan odunun daha az oranda kullanarak orman kaynaklarının korunması ve sera gazı etkisinin en aza indirmeye çabası ayrıca karbondioksit gazının tutulmasında önemli role sahip olup üretimde kullanılan kimyasal maddeler sonucunda ortaya çıkan kimyasal atıkların değerlendirilmesinden sonra çevre kirliliğinin azaltılması ve kimyasal madde atıklarının kontrol yöntemleri de bulunmaktadır (Engür ve Kartal, 2001).

Olgun vd. (2014)'ün çeşitli atık kâğıtların lif levha üretim sürecindeki hammadde çalışmasında gazete, karton, çimento torbası gibi kâğıt olma özelliği gösteren atıkların üretimde odun liflerine farklı oranda birleştirilerek; tamamı odun esaslı lif kullanılarak yapılan levha taslağının direnç özelliklerine yakınlık göstermektedir. Tayyar ve Üstün (2010)'un geri kazanılmış petin kullanımı çalışmasında sanayi üretim kapasitelerinin artmasıyla çevre kirliliği ciddi derecede problem haline gelmekle birlikte atıkları düzenli stoklayacak yer probleminin artmasıyla pet şişe tüketiminin de hızla artmasıyla geri kazanıma alternatif materyal olma özelliği göstermektedir. Gürer vd. (2004)'un çalışmasında İnşaat endüstrisinde kullanılan asfalt, beton, agrega, ahşap vb. yapı malzeme atıkları ham madde gibi kullanılarak gen dönüşüm yöntemiyle ekonomik katkısını artırıp, çevreye olan etkilerini asgari düzeye indirildiği gösterilmektedir.

Araştırmalara konu edilen geri dönüşüm mevcut malzemelerin eksik ve olumsuz yönlerinin iyileştirilmesi ve kullanılan alanların genişletilmesi ürün fonksiyonlarını geliştirmede ve iyileştirmede önemli faktörü bulunmaktadır. Geri kazanılmış endüstri malzemesinde üreticilerin ve yonga levhaları alan alıcıların öncelikli hedefi fiziksel dayanımları daha iyi olan malzemelerin üretimine yönelmektir.

### 1.2.2 Sıfır Atık

Kaynakların daha olanaklı kullanılması, israfın önüne geçilmesi için atık sebeplerini ortaya koyarak engellemek veya en düşük seviyelere indirmek için, atık oluşuyorsa da ayrı ayrı toplanarak geri kazanımını hedefleyen atık yönetim sistemidir (URL-1).

Atık maddelerin bertaraf edilmesi için hem maddesel hem de enerji maliyeti bakımından oldukça yüksek rakamlar harcanmaktadır. Bu sebeple atık yönetim sistemi felsefesi eldeki kaynakların daha verimli kullanımını ortaya çıkarmaktadır. Sanayi kuruluşlarında hükümetinde destekleyici politikalarıyla atıkların tesiste yeniden kullanımı ve geri kazanımı daha çekici hale gelmiştir. Artan nüfus ve teknolojiye bağlı olarak atık madde miktarları da hızla artmaktadır. Kontrol mekanizmasının zayıf kalması tabii kaynaklara zarar vereceğinden bu fikri her birey vicdanı sorumluluk gereği ciddiye almalıdır. Doğal kaynaklar torunlarımıza miras bırakabileceğimiz en kıymetli hazinemizdir inancı kabul edilmelidir.

Sıfır atık felsefesiyle gerçekleşecek olan avantajlar;

- Verimliliğin artması,
- Atık madde miktarını azaltmak ve israfı önlemek,
- Temiz çevre ve buna bağlı olarak doğa döngüsü performansının artması,
- Maliyetler azalır,
- Doğal kaynak değerlerinin kirlenmesi engellenir,
- Sıfır atık felsefesiyle hareket eden bireylerin saygınlığı artar,
- Atıkları geri kazandırarak ve ekonomiye katma değer sağlamak,

Sıfır atık yönetim önleme faaliyeti, ilk önce atık malzemeyi azaltma, atığı tekrar kullanma, atığı geri dönüştürme, atık malzemedeki enerji kazanımı ve son olarak da atığın bertaraf edilmesi şeklinde devam etmekte ve sonlanmaktadır.

### 1.3 Yonga Levha Tanımı ve Özellikleri

Yonga levha; odun ve odunsu içeriğe sahip maddelerin kullanım alanına göre belirli basınç ve sıcaklık etkisinde yapıştırıcı maddeler ile birleştirilerek (tutkallayarak) oluşturulan levha taslağıdır. Çeşitli kalınlık ve tipte yonga levha örneklerine ait resim Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1.1: Çeşitli kalınlık ve tipte yonga levha.

Çeşitli kaynaklarda farklı tanımlanan yonga levha TS EN 309 (2008) standardına göre; odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen yongalara tutkal ilave edilerek ve yongaların tutkalsız olarak yüksek sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi ile oluşan geniş yüzeyli levha olarak tanımlanmıştır (TS EN 309, 2008).

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

BS 5669’a göre yonga levha, “odun veya diğer ligno-selülozik lifli malzemelerin bir yapıştırıcı ilavesiyle veya tutkal ilavesi olmaksızın (hidrolik bağlayıcıların oluşturduğu yapışma) meydana gelen levhalardır” şeklinde tanımlamaktadır (BS 5669, 1989).

EN 309'a göre yonga levha; odun (odun yongası, rende, testere talaşı, vb.) ve / veya diğer ligno selülozik lifli malzemelerin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı, vb.) herhangi bir tutkal ile tutkalanıp, belli bir sıcaklık ve basınç altında biçimlendirilmesi ile oluşan levhalar olarak tanımlanmıştır (EN 309, 2008).

Yonga levhaların genel özellikleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır (Dayanıklıoğlu, 2004).

1. Odunu eksiksiz olarak dönüştürerek açık vermeden arzu edilen ebatlarda üretilebilmektedir.
2. Yonga ebadı ve arzu edilen şekle yönlendirilmesi ile oluşacak levha istenilen yönde dayanıklılığı artırılabilir.
3. Presleme esnasında veya pres öncesinde üretime tabi tutulan yongalar su itici özellik kazandırılabilir.
4. Üretilen levhalar abiyotik ve biyotik faktörlere karşı koruyucu emprenye edilebilir.
5. Geniş yüzeyli, arzu edilen kalınlıkta ve özel amaçlı levhalar üretime alınabilir.
6. Kalıplar aracılığıyla örnek oluşturma ile levhalar üretime alınabilir.
7. Ağaç malzeme yapıştırıcı maddesiyle kaplama levhaları kullanmak amacıyla iyi özellikler göstermektedir.
8. Belirli basınç ile preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile kaplanmış üretime tabi tutulan levhaların yüzeyine olan işlemleri oldukça basit ve ekonomiktir.
9. Yonga levha üretimi sırasında firesi düşük, verimi maksimum seviyelerdedir.
10. Akustik yani ses iletimi veya yalıtımı iyi özelliği sahiptir.

### **1.3.1 Yonga Levhanın Sınıflandırılması**

Yonga levhalar, yonga ebatlarına ve geometrisine, presleme yöntemlerine, özgül ağırlıklarına, kat sayılarına, kullanılan yapıştırıcı özelliklerine, özel işleme tabi tutulup tutulmadıklarına göre değişik şekillerde sınıflandırılmaktadır.

### **1.3.1.1 Yonga Ebatlarına ve Geometrisine Göre Yonga levhalar**

Yonga levhanın özelliğine göre çok değişik ebatlarda ve şekillerde yonga kullanılabilir. Buna göre aşağıdaki gibi bir sınıflandırma yapılmıştır (Aydın, 2005).

1. Normal yonga levha (Particle board): Yonga ebatları; kalınlıkları 0,25 – 0,40 mm. genişlikleri, 2 – 6 mm. ve uzunlukları, 10 – 25 mm. kadar olan yongalı yonga levha.
2. Etiket yongalı levha (Wafer Board): Bu tipte yonga kalınlıkları 0,5 - 0,7 mm. yonga genişliği 25 – 40 mm. ve yonga uzunluğu 35 – 75 mm. kadardır. Etiket yonga levha; çatı kaplaması, duvar kaplaması, döşeme kaplaması ve döşeme altı kaplaması olarak kullanılmaktadır.
3. Şerit yongalı levha: Bu tipte fark sadece genişliktedir. Genişlikleri 9 – 10 mm. civarındadır. Normal yonga levhanın dışındaki yonga levhalar Türkiye’de üretilmemektedir. Bunlar Kanada ve ABD’de üretilmekte olup yapı malzemesi olarak kullanılmaktadır.
4. Yönlendirilmiş Yonga levha (Oriented Structural Board: OSB): Bu tip levhalarda genel olarak yonga kalınlıkları 0.4 – 0.8 mm. genişlikleri 6 – 25 mm. ve uzunlukları 38 - 63 mm. kadardır. Yönlendirilmiş yongalı levha, kullanım yerine göre arzu edilen dirençte üretilir. Masif oduna göre daha stabil olup çatlak budak gibi odun kusurları içermez.

### **1.3.1.2 Presleme Yöntemlerine Göre Yonga levhalar**

Yonga levhaların özelliklerini belirleyen en önemli etkenlerden biri olan presleme aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir (TS 2129, 2012).

1. Yatay yongalı levhalar: Yongalar levha yüzeyine paralel konumdadır. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik yönde uygulanmaktadır.
2. Dikey yonga levhalar (Okal): Yongalar levha yüzeyine dik konumdadır. Presleme levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır. Delikli ve deliksiz olarak üretilmektedir.

TS 3482 (1988)’e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşlarının sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzeyine dik olan deliksiz veya delikli, kaplanmamış bir levhadır.

### **1.3.1.3 Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar**

M<sup>3</sup> başına yonga levhadaki özgül ağırlığa göre sınıflandırılması aşağıda gösterilmiştir.

1. Düşük özgül ağırlık; 590 kg/m<sup>3</sup>'e kadar,
2. Orta özgül ağırlık; 590 – 800 kg/m<sup>3</sup>'e kadar,
3. Yüksek özgül ağırlıktaki yonga levhalar; ağırlığı 800 kg/m<sup>3</sup>'ten fazla olan yonga levhalar (Bozkurt ve Göker, 1985).

### **1.3.1.4 Katman Sayılarına Göre Yonga levhalar**

Yonga levhanın tabakalar halinde bir araya getirilmesi ile oluşan katman sayılarına yonga levhaların sınıflandırılması aşağıda gösterilmiştir.

1. Homojen yapıda olan yonga levhalar
2. Altı-üstü aynı, ortası farklı (3 katlı) yonga levhalar,
3. Beş katlı yonga levhalar,
4. Katları belirsiz yonga levhalar (Akbulut, 1991).

Yonga levhalar, kullanılacakları yere, kalınlıklarına, teknolojik zorunluluğa göre üç katlı yonga levhada olduğu gibi; düzgün bir yüzey elde edebilmek gayesiyle dış yüzeylerde ince yongalar, orta kısımlarda nispeten kaba yongalar kullanılarak üretilmektedirler.

### **1.3.1.5 Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Bağlı Olarak Yonga levhalar**

Bu tip yonga levhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yonga levhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, AlO<sub>3</sub> gibi) kullanılmaktadır. Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre, melamin, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları kullanılmaktadır (Nemli, 2000).

### **1.3.1.6 Presleme Şekline Göre Yonga levhalar**

Yonga levhalar normal preslerde üretilenler veya özel preslerde kalıplanmış olarak üretilen olmak üzere iki gruba ayrılırlar. Normal yonga levhalar; uygun sentetik reçine özelliğine sahip yapıştırıcı maddeler, kalıplanmış levhalar ise sentetik reçine emdirilmiş odun yongalarının, hususi olarak hazırlanmış kalıp preslerde, sıcaklık etkisi altında tek seferde biçimlendirilmesi ile elde edilen bir mamuldür (Kalaycıoğlu vd., 2003).

Bu tip levhalar presleme şartlarına ve kaplanma özelliklerine göre; Termodin yöntemi, Collipres yöntemi ve Werzalit yöntemi olmak üzere üç gruba ayrılırlar.

### **1.3.1.7 Özel Ek İşlem Görmüş Yonga levhalar**

Yapımı sırasında veya sonradan özelliklerini geliştirmek ve görünümünü güzelleştirmek amacıyla özel ve ek işlemler uygulanmış levhalar bulunmaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

1. Yanmaya dayanıklı levha: Ateşte tutuşmaya ve/veya ateş etkisiyle yanmayı önlemek veya geciktirmek için, yüzeyleri alev ve/veya ateşe dayanıklı maddelerle kaplanmış veya yapım sırasında yahut sonradan bu türden maddelerle empenye edilmiş levhalar.
2. Mantarlara dayanıklı levha: Mantarlara karşı dayanıklılığı arttırılmış levha.
3. Rutubete dayanıklı levha: Levha yapımında parafin, mum emülsiyonu vb. rutubete dayanıklılığı artırıcı madde kullanılmış levha.
4. Zımparalanmış yonga levha: Bir veya iki yüzüne pürüzlülüğü gidermek amacıyla zımparalama işlemi uygulanmış yonga levhadır.
5. Delikli levha: Akustik veya bezeme amacıyla üzerinde aynı veya değişik boyutta delikler açılmış levhadır.
6. Bezemeli levha: Gerek yapım sırasında gerekse sonradan üzerine bezeyici desen kaplanmış, işlenmiş veya boya sürülmüş levhadır.
7. Kaplanmış levha: Metal, plastik, ahşap plaka vb. başka maddelerle bir veya iki yüzü kaplanmış levhadır.



8. Emprenye edilmiş levha: Yapım sırasında veya sonradan bazı kimyasal maddeler emdirilerek yanmaya karşı dayanıklı k ılınmış ve/veya böcek ve mantar zararlılarına karşı korunmuş olan levhadır.

9. Isı işlemleri görmüş levha: Mekanik özelliklerini geliştirmek, rutubete karşı dayanıklılığını arttırmak amacıyla preslemeden sonra ısı işlemleri görmüş levhadır.

10. Yapılan işlemlere göre kalıplanmış yonga levhalar: Yongalara yapılan müdahaleye göre yönlendirilmiş yonga levhalar ve içine konulan malzemelere göre çimentolu yonga levha şeklinde de sınıflandırılmaktadır.

#### **1.4 Yonga Levha Üretim Teknolojisi**

Yonga levha üretimi yongalama hattında chipper yongalayıcısına uygun tip ve boyutta odun esaslı malzemeler gelerek üretime uygun birincil boyutlama işlemi gerçekleştirilerek ağaç tipine göre siloya gönderilmektedir. Bu malzemeler değirmenlerde ikincil boyut olarak üretim türüne göre talaş içerisindeki rutubet uzaklaştırılarak eleklerle iletilmektedir. Daha sonra iş orta ve üst tabaka talaşında meydana gelmektedir. Bu talaş karıştırıcılara gönderilerek içerisine tutkal sertleştirici su ve parafin gibi maddeler eklenerek serme makinesine taşınmaktadır. Serme tipine göre banda serilen talaşlar pasta halini alarak pres makinesinde istenilen sıcaklık ve basınçta levha taslağını oluşturulmaktadır. Levha taslağı yıldız soğutucularda sonra belirli süre bekledikten sonra levha tüketicinin isteğine göre boyutlanır, ebatlanmaktadır. Stok alanlarında 7-10 gün bekleyen levha üst işlemlerinde istenilen şartları sağlaması için zımparalama işlemi yapılarak paketlenmektedir. Bu aşamalarla talaşın yolculuğu tamamlanmaktadır.

##### **1.4.1 Yongalama**

Yonga geometrisi taslak haline gelecek levhanın kalite ve üst yüzey işlemlerindeki performansını azami düzeyde etkiler. Yongalar kesme, kırma veya ezme yöntemiyle elde edilmektedir. Kesme tarzıyla ortaya çıkan yongalar levhaların yüzeyinde, kırma tarzıyla ortaya çıkan yonga levhaların orta tabaka bölümünde konumlanmaktadır. Dış tabakalarda ince materyal yonga, orta tabakada daha kalın materyal yongalar kullanılmaktadır (Özen, 1980; Bozkurt ve Göker, 1990; Gözalan, 2016).

Yonga levha üreticileri tamamen odun esaslı kaynakları yıllardır kullanmaktadır ancak küresel rekabet şartları gereği kalite politikasının elverdiği sınırlar çerçevesince üretim maliyetlerini minimum seviyeye indirebilmek için üretim şartlarına uygun olmayan levha atıklarını, kesilmiş parçaları, marangozhane testere atıklarını, mobilya makine toz atıklarını, odun kesim atıklarını kullanmaktadır. Yongalama işleminde kaba ve ince materyal elde etmek için 2 tip işlemden bahsedilebilir. Kaba yongalamanın temel şartı odun materyali kesim yapılacak olan makineye liflere dik yönde kesilecek şekilde yönlendirilir. Genellikle silindirik gövdeli makineler çeşitli firmalar tarafından ekseni etrafında dönen silindirik gövde üzerinde değişik sayıda bıçaklar yerleştirilmiştir. Bu gövdenin karşı kısmında karşı bıçak konumlanmaktadır. Makine gövdesinin alt tarafında elek bulunmaktadır. Uygun boyuta gelmemiş cips elek sayesinde tekrar kaba yongalama işlemine tabii tutulmaktadır. Her işletme kendi üretim tarzına uygun boyutta elek seçebilmektedir (Özen, 1975; Gözalan, 2016). İnce yongalama da ise inceltici değirmenin çalışma yöntemi aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere, yaslı bıçak ile kesici bıçak arasında kalan yongalar sıkıştırma ve kesme kuvveti yardımıyla yonga haline gelir. Böylece aradaki boşluktan bantta yönlendirilerek üretime hazır hale gelmektedir. Kaba yongaların inceltilmesinde kullanılan ring Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2: Kaba yongaların inceltilmesinde kullanılan ring.

Keas bünyesinde Kalite yönetim sistemlerinden smed ve 5s uygulayarak iş ve işi yapan arasında moral, motivasyon, zayıt ve zaman kaybı gibi olumsuz durumların önüne geçmektedir. İşletme bu düzeni sağlamak amacıyla şekilde görüldüğü üzere ringlerin yerleri standart hale getirerek isimlendirmiştir. Bilenmiş / Bilenmemiş ring fotoğraf Şekil 1.3'de gösterilmiştir.



Şekil 1.3: Bilenmiş / Bilenmemiş ring.

Şekilde ömrünü tamamlamış ve kullanıma hazır hale gelen ringler görülmektedir. Operatör hazırlanmış standart operasyon talimatına uygun şekilde ring arabalarının yerleştirildiği görülmektedir. Bileme robotu Şekil 1.4'te gösterilmiştir.



Şekil 1.4: Bileme robotu.

Şekilde görüldüğü üzere, ömrünü tamamlamış ring bıçakları, bileme robotuna yerleştirilip tam otomatik sistemle kısa süre içerisinde kullanıma hazır hale getirilmektedir.

#### 1.4.2 Kurutma

Kaba yongalama'nın akabinde ince yongalanan malzemeler kurutma makinesine belirli odun karışımları reçetelenerek kabul edilir ince yongalayıcı'dan çıkan malzemenin giriş rutubeti % 30-120 arasında çıkış rutubeti % 1-5 oranına kadar kurutulması beklenir. Kurutma makinasının iç sıcaklığı makine tipine göre değişmekle birlikte 125-275 °C sıcaklıktadır. Yonganın 1-5 m/sn lik hızla tamburlu kurutma makinesi içerisinde dozaj bunkerinden elek çıkışlarına kadar 3-30 dakika arasında seyahat ederek eleklerle ulaşır ve levhanın orta ve dış kısmını oluşturacak malzeme adreslenerek blower yardımıyla silolalara taşınır. (Burdurlu, 1994; Yeniocak, 2008 ve Çelik, 2017).

Döner tambur kurutucu ve ön kurutucuya ait fotoğraf Şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5: Döner tambur kurutucu ve ön kurutucu.

### 1.4.3 Depolama

Yonga levhaların depolanmasındaki en önemli ayrıntı yaş yonga, kuru yonga ve tutkallamış yongaları için ayrı ayrı silolarda taşınmak istenilen yöne mesafe ve eğime göre kullanılmaktadır. Üretimde devamlılığı sağlamak için depolamaya ihtiyaç duyulmaktadır. Silolar; yatay silo, düşey silo ve dönen silo olmak üzere üç tip silo bulunmaktadır. Bu sayede silolar üretim akışını aksatmadan çalışmalar sağlamaktadır (Nemli, 1995). Kuru silolar Şekil 1.6'da gösterilmiştir.



Şekil 1.6: Kuru silolar.

### 1.4.4 Tutkallama

Yonga levha üretiminin gerçekleştirilmesinde, yongaların yan yana gelecek şekilde dizilmesiyle meydana getirildiği kabul edilen her m<sup>2</sup> yonga üzerinde 2 gr tutkal kullanılması varsayılmaktadır (Özen, 1980; Çelik, 2017). Tutkallama kalitesini daha iyi hale getirmek için tutkalın miktarı tam olarak kuru yonganın ağırlığına oranlanarak hesaplanmaktadır. Az miktarda kullanılan tutkalın bütün yongaların üzerini örtmesi beklenmemekle birlikte kullanılan tutkalın enjektörler aracılığıyla püskürtülerek ve taneciklerin çapı minimuma düşürülerek olası kadar daha fazla alanın tutkallanması

sağlanabilmektedir. Bu maksatla kullanılan enjektörler merkezkaç, hava girdaplı veya yüksek basınçlı olarak kullanılmaktadır (Güler ve Sancar, 2016).

Tutkalı oluşturan iki ana madde üre ile formaldehit aralarında yaptığı kondenzasyon ile ortaya çıkmaktadır. Tutkal özelliklerini ve maliyetini sıcaklık, mol oranı, reaksiyon süresi, konstrasyon, pH değeri, katalizör doğrudan etkilemektedir. Yonga levha yapımı için genellikle maliyet ve kullanım yeri ile bağlantılı olarak üre formaldehit kullanılmaktadır.

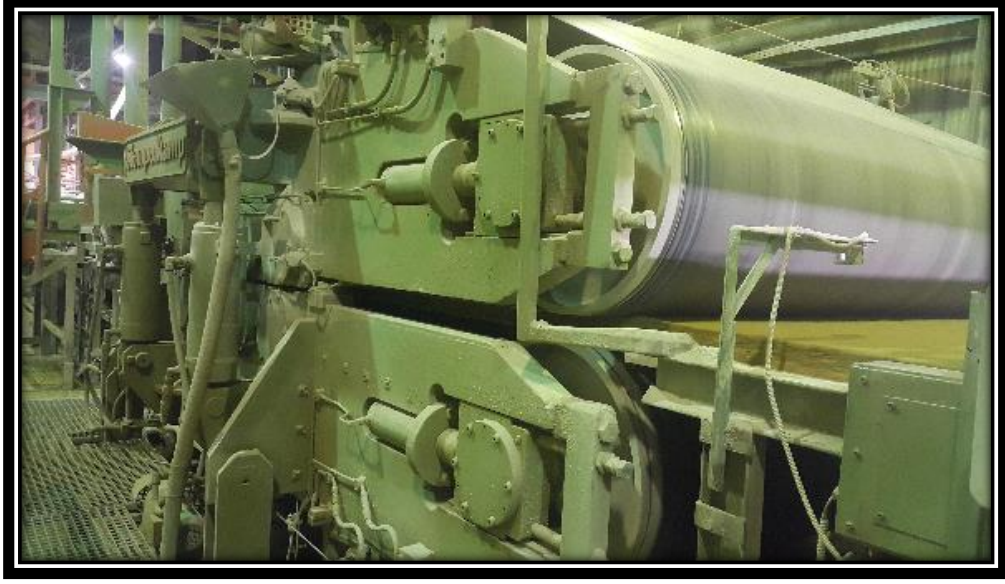
Üre formaldehit in tamamlayıcı ya amonyum sülfat yada amonyum klorür kullanılarak isi ile birlikte sertleşme süresi kısalmır (Çolakoğlu, 2001; Filiz vd., 2011). Yonga levhanın orta tabakasındaki sıcaklık değeri yaklaşık 100 °C, alt ve üst tabaka da ise pres sıcaklığı yaklaşık 150-190 °C arasında presleme süresine, yoğunluk ve üretim tipine göre değişmektedir (Huş, 1977).

#### **1.4.5 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme)**

Yonga levha oluşumunun en temel aşaması tutkallama makinelerinden çıkan orta ve dış tabaka yongalarının taslak şeklinde bantta serilmesi ve presleme aşamasına hazır hale getirilmesidir. Eğer serme işlemi uygun metotlarla yapılmazsa kusurlu levha oluşacaktır ve fiziksel özelliklerinin değişmesine yol açacaktır. Serme makine çalışma prensipleri dökme, rüzgârlama ve savurma şeklindedir (Avcı, 2007).

#### **1.4.6 Ön Presleme (Soğuk Pres)**

Yonga levha üretiminde, ilk olarak levha taslağı oluşturulmakta ve sıcak presleme işlemi yapılmadan önce ön presleme işlemi yapılmaktadır. Pres girişinde levha taslağının dağılmasının ve bozulmasının engellenmesi için yapılan ön presleme işlemi sırasında uygulanan basınç, taslağın inceltmesini sağlamaktadır.



Şekil 1.7: Ön pres alt-üst tamburdan pastanın geçişi.

Yonga levha üretiminde kullanılan levha taslağının kalınlığı, seçilen ağacın türüne ve yoğun olup olmadığına göre değişim göstermektedir. Bu noktada yoğunluğu düşük olan ağaç kullanımı, taslağın daha ince olmasını sağlar ve bu da üretim için oldukça avantajlı bir durum olarak değerlendirilmektedir.

#### **1.4.7 Presleme (Sıcak Pres)**

Yonga levha üretimi yapan tesislerde presleme sıcak ve soğuk olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Soğuk pres makinesi diğer kaynaklarda bir ifadeyle ön pres de denilmektedir ve basıncı genel olarak  $15-20 \text{ kpcm}^{-2}$  arasında değişiklik göstermektedir. Tutkallanmış yonga ön presten geçtikten sonra pasta (taslak) halini alır sonrasında ise levha niteliğini sıcak pres esnasında kazanmaktadır. Sıcak presleme uygulama sırasında basınca ve sıcaklığa maruz kalan yongalar daha plastik ve daha kararlı birer malzeme haline gelir. Sertleşme süresi; pres süresi ve levha tipi (yoğunluk), pasta rutubeti, pasta kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır (Güler ve Sancar, 2016).

#### **1.4.8 Levhaların Klimatize Edilmesi**

Presleme makinesinden çıkan, levhanın istenilen fiziksel ve kimyasal özelliklerine uygun olarak belirlenen sıcaklık ve basınçtaki üretilen levhaların bekleme koşulları hassas ve

önemli bir süreçtir. Levhalar fabrikaların makine ekipmanına uygun şekilde paket haline getirilmektedir. Yaklaşık sıcaklıkları 60 °C ile 70 °C arasında olmaktadır. Süreye bağlı olarak levhalarda yavaş yavaş soğuma gerçekleşmektedir. Levhaların ulaşacağı ambarların havalandırma, sıcaklık ve bağıl nem gibi şartları sürekli kontrol altında tutulmalıdır (Güler ve Sancar, 2018). İdeal depolama şartları ise 20°C sıcaklık ve nem oranında %40-50 arasında olması istenmektedir. Levha depolama ambarları Şekil 1.8’de gösterilmiştir.



Şekil 1.8: Levha depolama ambarları.

#### **1.4.9 Boyutlandırma**

Boyutlandırma işlemi yapılırken, presleme işleminden çıkıp, havalandırma işlemi uygulanan levhalar, daha sonrasında daire testereler (paralayıcı) yardımıyla hem en hem de boydan istenilen levha ölçüsüne göre yapılmaktadır. Müşteri albenisini kazanmak için levha kenar görünümleri oldukça önem arz etmektedir (Biçer, 2014).

#### **1.4.10 Zımpara**

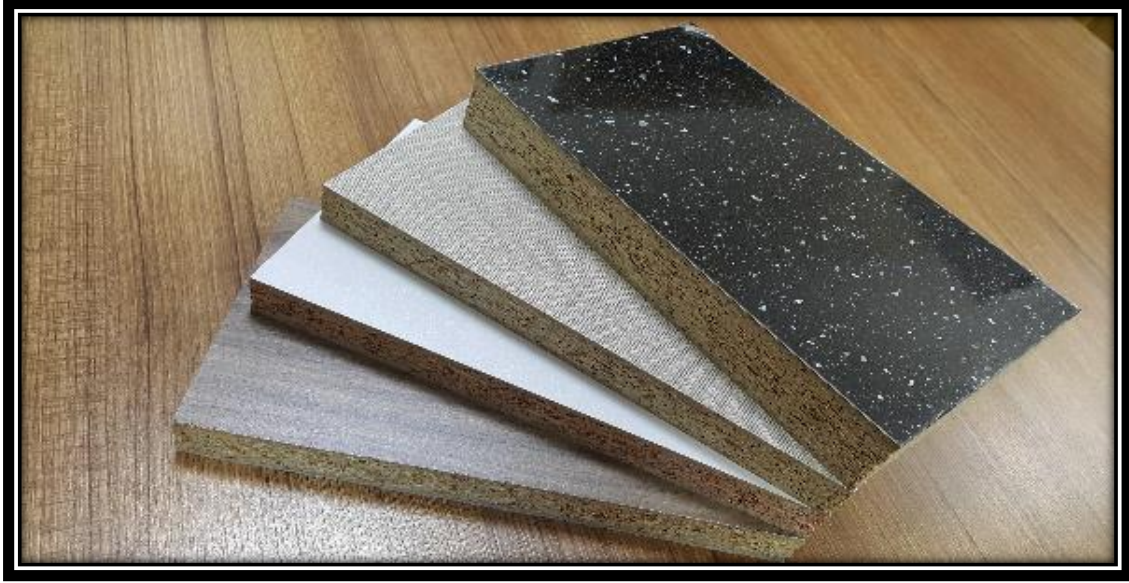
Zımpara işlemi, yonga levha yüzeyi üzerinde bir kısım bozuklukları iyileştirme ve uzaklaştırmadır. Yonga boyutlarının yanı sıra yüzeydeki düzgünlük ve pürüzsüzlükte önem arz etmektedir. Levha yüzeyi düzgün değilse yapıştırma işleminde de aksamalar çıkmaktadır ve taneciklerin çoğunluğu oluşan boşluklara gitmektedir. İşleme alınacak ürün yüzeyin düzgünlük durumuna bağlı olarak başlangıç zımparaları olarak ifade edilen kalın



yüzeyle zımparalar kullanılmaktadır. Birbirini takip eden numaralarla zımpara işlemi yapılmaktadır. Bir önceki zımpara izi yok oluncaya kadar devam edilip, işlem tamamlanmaktadır (Kurtoğlu ve Ünligil, 1991). Zımparadan geçen levhalardan kalite kontrol tasnif personeli tarafından fark edilebilecek kalite kusurları; yüzeyde sarı renklenme, kambur, yüzeyde iri talaş, ondülin, çatlak, patlak, zımpara oyuğu, yüzeyde çukurluk, gözenek, takoz izi, yüzeyde iz, kenar düşük kalınlık olarak ifade edilmektedir.

### 1.5 Reçine Emdirilmiş Lamine Kağıt Üretim Teknolojisi

Melamin emdirilmiş dekor kâğıdı, kompozit levhalar (Kontrplak, Yonga levha, MDF vs.) üzerine, teknolojik emprenye makineleri aracılığıyla melamin reçinesi emdirilerek Şekil 1.9'daki gibi su geçirmez hale getirilmesidir. Bu işlem aynı zamanda da yanmaz dekor kâğıdının kaplanmış halidir. Yonga levha üzerine kaplanan farklı çeşit, renk ve tipteki kâğıtlar Şekil 1.9'da gösterilmiştir.



Şekil 1.9: Yonga levha üzerine melamin emdirilmiş dekor kâğıdı örnekleri.

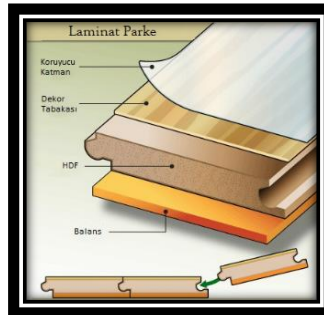
Yonga levha üretiminde maliyeti en fazla etkileyen odun hammaddesi yerine melamin reçinesi emdirilmiş dekor kâğıtları kullanılarak odun hammadde tüketiminin minimum noktasının tespiti amaçlanmıştır. Bu çalışma kapsamında, Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisinde yonga levhanın üretim teknolojisi anlatılmış olup, üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik değerlerinin, çeşitli oranlarda melamin

reçinesi emdirilmiş kâğıt atıkların verilmesiyle değişimi incelenmiştir. Atık melamin kağıt örnekleri Şekil 1.10'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10: Atık melamin kâğıt örnekleri.

Odun kökenli belirli üretim teknik ve teknolojiyle üretilen kontrplak, kontratabla, yonga levha, lif levha, kompozit esaslı levhaların kullanılacak yere ve müşteri isteğine göre en uygun kalite ve görsellik performanslarına ulaşabilmek için bir takım üst yüzey işlemlerinden geçerek aynı zamanda da formaldehit emisyonunu en az indirmesi emprenyeli kağıt ile sağlanmaktadır (Budakçı ve Akkuş, 2011). HDF kullanılarak üretilen laminat parkenin üzerine kaplanan malzemeler ve laminat parkenin iç görünüşü Şekil 1.11'de gösterilmiştir.



Şekil 1.11: Laminat parkenin iç görünüşü (URL-1, 2019).

## **1.5.1 Üretimde Kullanılan Kâğıtlar**

Melamin emdirilmiş kâğıt üretiminde birbirinden farklı görevleri olan 4 çeşit kâğıt kullanılmaktadır. Bunlar ham kâğıt, dekor kâğıt, dengeleme (balans) kâğıdı ve koruyucu (overlay) kâğıdından oluşmaktadır.

### **1.5.1.1 Ham Kâğıt**

Ham levhanın üst yüzey işlemlerini daha iyi hale getirmek, katma değerli ürün üretmek için emdirilebilir özelliğe sahip ham kâğıt kullanım yerine göre farklı gramaj ve ölçülerde üretilmektedir (Kutluata, 2018).

### **1.5.1.2 Dekor Kâğıdı**

Dekor kâğıdın kimyasal bileşenini alfa selüloz hamuru oluşturmaktadır ve selülozun % 17,5 sodyum hidroksit ile karışımı sonucu oluşmaktadır (Nemli, 2003; Kutluata, 2018). Dekor kâğıdı levha yüzeyinde her türlü renk, gerçek odun görünümü, yaş halka dizilimini, tekstür yapısını, görsellik ve sıcaklık veren kısımdır.

### **1.5.1.3 Dengeleme (Balans) Kâğıdı**

Levha alt yüzeyine, belirli kalınlık ve dayanıma sahip kâğıt; levhaya dekor kâğıdı basılan yüzeye doğru dönme eğilimini önlemek için kullanılmaktadır. Yerleştirilen yüzeye tam temasını sağlamakla birlikte nem alışverişini de engellemektedir (Kutluata, 2018).

### **1.5.1.4 Koruyucu (Ovarley) Kâğıdı**

Levha üst yüzeyinde aşınma, çizilme ve darbe dayanımını artırmak için kullanılan kâğıt türüdür. Emprenye emdirme işlemi sırasında kâğıt yüzeyine alüminyum oksit dökülerek kullanılmaktadır. Bu sayede yüksek direnç özelliği göstermektedir (Kutluata, 2018).

Emprenye Makinası genel olarak Giriş besleme, birinci banyo, birinci fırınlar, Gravür, ikinci Fırınlar, Soğutma ve ebatlama gibi belirtilen kısımlardan oluşmaktadır. Melamin kâğıt üretim hattı genel görüşü Şekil 1.12'de gösterilmiştir.



Şekil 1.12: Melamin kâğıt üretim hattı genel görünüşü.

Emprenye işlem adımları birbirine bağlı senkronize çalışan ham kâğıt rulusunun takıldığı aktarma merdanesiyle başlamaktadır. Daha sonrasında da istenilen gerginliğe ayarlanan merdaneler yardımıyla birinci banyo hattına girerek içinde kimyasal reçine bulunan tava içerisine emprenye edilerek kâğıdın lümenlerini doldurmaktadır. Kâğıt lümenlerini daha fazla reçine emdirebilmek için ön ıslatma merdanesi sayesinde kâğıdın poroz olan yüzeyinden sürme işlemi gerçekleştirilmektedir. Akabinde kâğıt bulunduğu seviyeden yukarı doğru yönlendirilerek hem emiş için daha fazla yol mesafesi hem de muz merdanesi aracılığıyla reçineyi emen kâğıdın katlanması önlenmiş olmaktadır. Sonrasında ise çıkış gramajını ayarlamak için dozaj merdanelerinden geçen kâğıdın kullanım yer ve amacına uygun istenilen gramajı ayarlanmaktadır.

Bu aşamadan sonra kâğıt birinci fırına girer ve fırınlarda sıcak hava üfleyen kurutuculardan geçerek kâğıdın kurutulması işlemi gerçekleşmiş olacaktır. İlk fırından çıkan ve yaklaşık %12-15 nem değerlerine ulaşmış olan kâğıt koordineli çalışan rulolar arasından geçirilerek rulo desen yapısına göre ikincil reçine sürme işleminden geçmektedir.

Burada emprenyesi gerçekleşen reçine kâğıdın üst yüzey işlemlerini belirleyeceği için direnç özelliklerine etki etmektedir. Halen birbiriyle koordineli şekilde çalışan hatta işlemi devam eden kâğıt ikinci fırına girerek tekrar kurutulur ve fırından çıkışta yaklaşık % 6 nem

değerine kadar inmektedir. Sonrasında soğutma tamburları üzerinden geçerek kullanılacak yere göre ebatlandırma işlemi gerçekleştirilir. Ebatlanan kâğıt paketlenmekte ve depolama koşullarına uygun olacak şekilde ambarlarda depolanmaktadır.

Senkronize bir şekilde belirli işlemlere tabi tutulan kâğıt içine reçine emdirilen fırınlardan çıkışta bir miktar sertleşmektedir. Bu sertleşme levha yüzeyine melamin emdirilmiş kâğıt yapıştırmak için pres makinesine girmekte ve yüksek basınç ile sıcaklık uygulanarak tamamen sertleşmekte yani yapışma işlemi gerçekleşerek katma değere sahip üretilmiş olmaktadır (Kutluata, 2018). Tablo 1.1’de emprenyeli kâğıt üretiminde kullanılan farklı tipteki kâğıtların içerikleri verilmiştir.

Tablo 1.1: Melamin kâğıt kimyasal içeriği.

<b>Kâğıt tipi</b>	<b>Kâğıt içeriği (%)</b>	<b>Tutkal içeriği (%)</b>	<b>Diğer yardımcı mad. (Sertleştirici, Anti blok, Islatıcı, Ayırıcı) (%)</b>
<b>Emprenye Edilmiş Kâğıt</b>	38,4	60,4 (MF+UF)	1,2
<b>Balans Kâğıt</b>	40	57,5 (MF)	2,5
<b>Ovarley Kâğıt</b>	20,9	66,6 (MF)	11,5 (Diğer+Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )

Yukarıdaki oranlar tam kuru ağırlık üzerinden verilip kâğıt türüne ve istenen direnç özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Bu oranlardan da görüldüğü üzere emprenyeli kâğıdın % 55 gibi bir kısmı reçineden oluşmaktadır. Bu oran bazen % 80'lere çıkabilmektedir.

### 1.5.2 Kağıt Kaplama Atıklarının Elde Edilişi

Günümüzde doğal ve ekonomik ürünlere olan talebin artışına paralel olarak dünyada ve Türkiye’de, reçine emdirilerek üretilen kâğıt üretimiyle doğru orantılı olarak melamin kâğıt ile kaplanmış levha üretimi de artmaktadır. Bu üretim artışı aynı zamanda atık miktarını da artırmaktadır. Üretimleri gerçekleştirilen gerek kâğıdın üretiminde gerekse levhanın yapımında fire diye tabir edilen atıklar çıkmaktadır. Bu atıklar maddeler halinde toplanacak olursa;

- Emprenye kenar kesme atıkları,
- Kağıt üretim esnasındaki kusurlardan dolayı oluşan atıklar,
- Kaplanacak levhanın preslenmesi sonucu ortaya çıkan kenar atıkları,
- Raf ömrü tamamlanmış kağıt kaplama atıkları,
- Depolama kusurları sonucu oluşan atıklar,
- Kimyasal dozajının ayarlanamamasıyla oluşan atıklar,
- Melamin pres için levha üzerine serilen kağıt yırtılması sonucu oluşan atıklar,
- Elektrik kesilmesine bağlı oluşan atıklar,
- Operatör hatalarından kaynaklanan atıklar,
- Banyo işleminden kaynaklı oluşan atıklar,
- Makine donanım arızaları dolayısıyla oluşan atıklar.

Kesici bıçak yardımıyla fazla kenar payının kesilmesi Şekil 1.13’te gösterilmiştir.



Şekil 1.13: Kesici bıçak yardımıyla fazla kenar payının kesilmesi.

Şekil 1.13’de görüldüğü üzere kesici bıçak yardımıyla fazla kenar payının kesildiği görülmektedir. Kesilen bu kâğıt parçaları ıskarta olarak ayrılmaktadır. Bu ıskarta parçalar prese girmeden önce kesilen aynı zamanda presten çıkan levha kenarlarındaki ekstra paydan dolayı oluşmaktadır. Kâğıdın üretimi esnasında müşterinin isteğine göre boyutlandırma yapılırken ortaya çıkmaktadır. Ham kâğıda reçine emdirildikten sonra depolarda bekleyen kullanıma hazır paketlenmiş kâğıdın depolama şartlarının ani değişim ya da uygunsuzluğundan dolayı içerisinde bulunan kimyasallar reaksiyona girerek sertleşme meydana gelmektedir. Bu sertleşme levha yüzeyine kaplanamamasından dolayı zayiata ayrılmasına neden olmaktadır. Kâğıdın içerisinde bulunan kimyasal durumuna bağlı olarak depoda bekleyen kâğıt kullanım sırasına kadar genişlemektedir. Bu genişleyen fazla pay kesiciler yardımıyla levha kenarından kazınmak suretiyle uzaklaştırılır ve bu sayede de atık maddeler oluşturmaktadır. Teknolojik gelişim trendini yakalayan sanayi kuruluşları üretimlerini daima kontrol altında tutmak ve müşteriye karşı kalite gereksinimlerini yerine getirmek üzere, kalite değerlerini kontrol etmek amacıyla belirli testlere tabi tutarlar ve bu işlem sonucunda da atık kâğıtlar meydana gelmektedir (Kutluata, 2018). Kâğıtların numaralanmış raf düzeninde ve uygun şartlarda depolanması Şekil 1.14’te gösterilmiştir.



Şekil 1.14: Kâğıtların numaralanmış raf düzeninde ve uygun şartlarda depolanması.

Organik bileşenlerin çevreye etkisi ele alacak olursa, kendiliğinden veya süreye bağlı olarak çözünmesi düşük olduğundan dolayı sanayi kuruluşları için ciddi önem taşımaktadır. Orta ölçekte bir sanayi kuruluşuna sahip bir emprenye hattında yaklaşık 400 ton atık malzeme potansiyeline sahiptir. Ortaya çıkan bu atık malzemenin kül içeriği de ortalama %30 ve üzerinde olması sebebiyle aynı zamanda da yanıcılığı da düşük olduğundan dolayı imhası da zor olmaktadır. Bu sebeplerden dolayı geri dönüşümün daha faydalı olduğu anlaşılmaktadır (Fur vd., 2004).

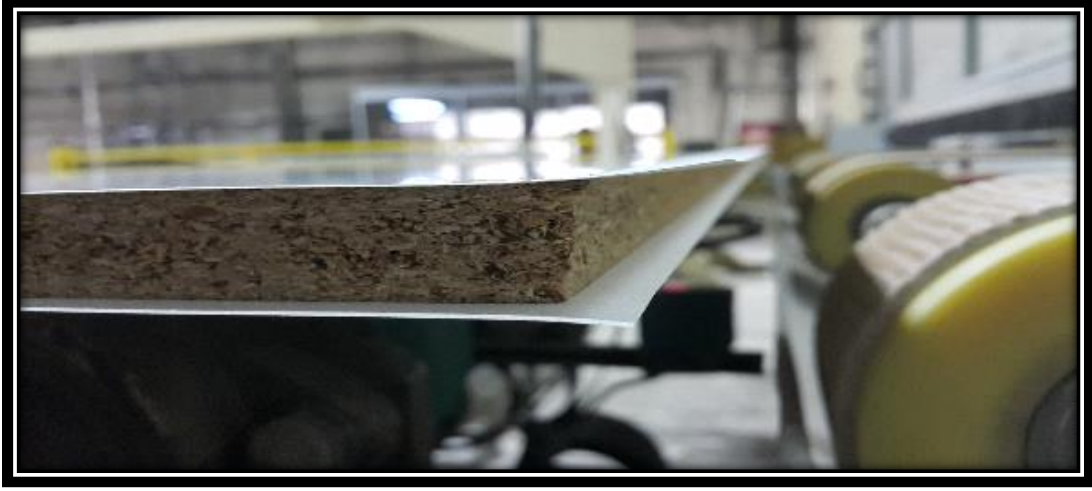
Kağıt emprenye ve yüzey kaplama bölümünde ortaya çıkan atık kâğıtların geri dönüştürülmesi sıfır atık kapsamında önemlidir. Şekil 1.15'te tek katlı melamin prestenden çıkan levha üzerine kâğıt kaplanmış levha görülmektedir. Presleme sonrası kenar paylarının kesilmesiyle oluşan atık materyal biriktirilerek tekrar üretimde değerlendirilmektedir.



Şekil 1.15: Tek katlı melamin prestenden çıkan levha üzerine kâğıt kaplanmış levha.

Presten çıkan levhanın detaylı yan görünümü ve levhanın boyutlarından taşan atık kâğıt Şekil 1.16'da görülmektedir. Bu fazlalık pay kesilerek üretimde yeniden değerlendirilmektedir.





Şekil 1.16: Presten çıkan levhanın detaylı yan görünümü ve levhanın boyutlarından taşan atık kâğıt.

Tek katlı pres hattının devamında levha kenarından çıkan fazla atık melamin kağıtların toplanmasını ve parçalanmasını sağlamak amacıyla yapılan hazne içerisine alınmış paralayıcı bıçaklar yardımıyla levha içerisinde kullanımına uygun boyutlara getirilmektedir. Uygun boyutlara getirilen atık kâğıtlar emiş yardımıyla depolama alanına taşınmaktadır. Pres sonrası levha kenarındaki fazla kâğıdı temizleyen ve toplayan makine Şekil 1.17’de gösterilmiştir.



Şekil 1.57: Pres sonrası levha kenarındaki fazla kâğıdı temizleyen ve toplayan makine.

Pres sonrasında kazıyıcı bıçak yardımıyla kenarları temizlenmiş, temizlenen kağıt kaplama atıklarının yeniden kullanılmak üzere toplayıcılardan geçerek bekleme haznesinden kullanılmak üzere biriktirilmektedir. Pres sonrası kenarları temizlenmiş levhanın görünüşü Şekil 1.18’de gösterilmiştir.



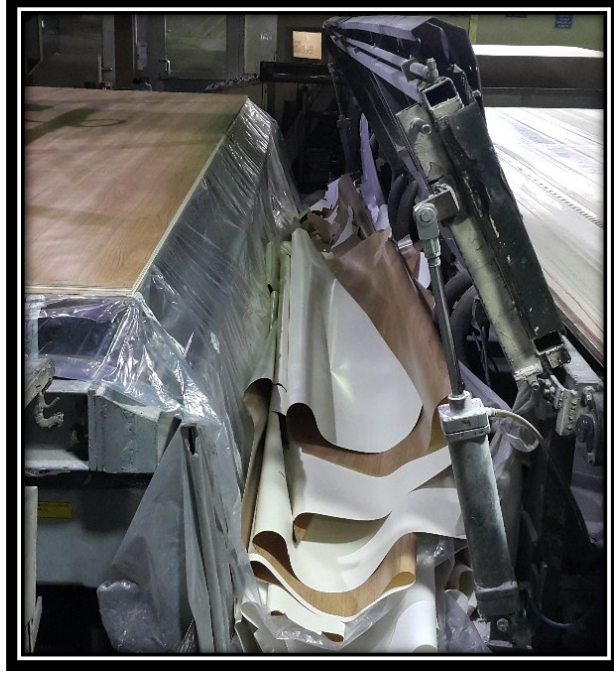
Şekil 1.18: Pres sonrası kenarları temizlenmiş levhanın görünüşü.

Banyo işlemi sonucu ıslak kâğıtların levha içerisinde kullanımı problem oluşturacağı ve paralayıcılarda kapasite verim kaybına yol açacağından dolayı işletme imkânları doğrultusunda günlük ve haftalık olarak ortaya çıkan atık madde miktarları tespit edilmektedir. Daha sonrasında yeterli hacimde kapalı alanlar yapılarak buralara ısıtıcı yerleştirilmek suretiyle kâğıdın kurutulması ve bu durumdan maksimum verim alınması hedeflenmiştir. Belirli sıcaklığa sahip kurutucu Şekil 1.19’da gösterilmiştir.



Şekil 1.19: Belirli sıcaklığa sahip kurutucu.

Melamin pres makinesine levhalar girmeden önce, ham levha üzerine serilecek olan melamin kâğıtta, operatör tarafından fark edilen kusur olduğu takdirde, serme ünitesi kırıcıyı devreye alarak üründe oluşabilecek maliyet ve kalite kaybı önlenmiş olacaktır. Kırıcıya gönderilen ve kullanılmayan kağıtlar parçalayıcıya gönderilerek Yonga levha üretiminde yeniden değerlendirilmektedir. Kâğıt kaynaklı atığa ayrılan melamin kâğıt Şekil 1.20’de gösterilmiştir.



Şekil 1.20: Kâğıt kaynaklı atığa ayrılan melamin kâğıt.

Sıfır atık yönetim sistemini benimseyen birimler, atık kağıt geri kazanımını yaygınlaştırmak için her tesisteki pres sonrasına parçalayıcı kabinleri yerleştirerek atığın yeniden kullanımına olanak sağlamaktadır. Melamin presten kaplanmış levha olarak çıkan ürün kısa kenar ve uzun kenar odacıklarından geçip helezon yardımıyla taşınıp vakumlu cihazlar sayesinde parçalayıcılara ulaşmaktadır. Levha kenarındaki fazla payı kesen ve temizleyen makine Şekil 1.21’de gösterilmiştir.



Şekil 1.21: Levha kenarındaki fazla payı kesen ve temizleyen makine.

Parçalayıcı makinelerden çıkan ve yeniden kullanıma hazır atık kâğıt Şekil 1.22’de gösterilmiştir.



Şekil 1.22: Parçalayıcıdan geçen yeniden kullanıma hazır atık kâğıt.

Ham kağıt ve dekor kağıtlarına reçine emdirilmesi işlemi esnasında ortaya çıkan atık kâğıt Şekil 1.23’te gösterilmiştir.



Şekil 1.23: Ham kağıt ve dekor kağıtlarına reçine emdirilmesi işlemi esnasında ortaya çıkan atık kâğıt.

İşletme içerisinde pres sonrası konumlandırılan parçalayıcı kabinlerinin haricinde, kapasite artışlarında, üretim esnasında ortaya çıkan olumsuzluklardan dolayı, ya da depolama koşullarından dolayı oluşan atık kağıtların parçalanmasında devreye almak için ilave olarak Şekil 1.24'deki makine kullanılmaktadır.



Şekil 1.24: Atık kâğıtların parçalayan makine.

Makine içerisine belirli ebat ve sayıda bıçaklar yerleştirilmiş, istenilen boyutlara ulaşmasını sağlamak amacıyla elek yerleştirilmiştir. Atık kâğıtların parçalayan makinanın iç görünüşü Şekil 1.25'te gösterilmiştir.



Şekil 1.25: Atık kâğıtların parçalayan makinenin iç görünüşü.

## 1.6 Ahşap Esaslı Levhalarla İlgili Standartlar ve Test Metotları

Ahşap esaslı levhalarla ilgili standartlar ve test metotları aşağıda sıralanmıştır.

- TS EN 326-3'e (2005) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Numune Alma, Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi: Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır.
- TS EN 312-1'e (2005) göre Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 1: Bütün Levha Tipleri İçin Genel Özellikler: Bu standart, kaplanmamış yonga levhaların bütün tiplerinin bazı özellikleri ile ilgili şartları kapsar.
- TS EN 312-3'e (2005) göre Yonga Levhalar- Özellikler- Bölüm 3: Kuru Şartlarda, Kapalı Ortamlarda Kullanılan (mobilya dâhil)

Yonga Levhaların Özellikleri: Bu standart, kuru şartlarda (havadaki rutubet oranının yılın yalnızca birkaç haftasında %65' i geçtiği ve sıcaklığın 20°C olduğu bir ortam) kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) yonga levhaların özelliklerini kapsar.

- TS EN 322'ye (1999) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Rutubet Miktarının Tayini: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar. Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır.
- TS EN 310'a (1999) göre Ahşap Esaslı Levhalar- Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini: Bu standart, en az kalınlığı 3 mm'ye eşit ve 3 mm'den daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir. Elastikiyet modülü, kuvvet-sehim diyagramının doğru oranlık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir.
- TS EN 317'ye (1999) göre Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini: Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar.
- TS EN 319'a (1999) göre Yonga Levhalar ve Lif Levhalar- Levha Yüzeyine dik Çekme Dayanımının Tayini: Bu standart, yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeyine dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir.
- TS EN 320'ye (2011) göre Lif Levhalar- Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini: Türk standartları enstitüsünün yonga levhaların vida tutma kabiliyetinin ölçülmesine dair bir standardı olmadığından dolayı lif levhalarla ilgili bu standart esaslarına göre yonga levha deneyleri yapılmıştır. Bu standart, lif levhaların vida tutma kabiliyetinin tayini metodunu kapsar. Deney parçasının yüzey

ve kenarlarından, belirlenen bir vidanın çekilmesi için gereken kuvvet ölçülerek, vida tutma kabiliyeti tayin edilir.

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

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



## BÖLÜM 2

### MATERYAL VE METOT

#### 2.1 Materyal

Bu çalışmada, deneme yonga levhaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Fabrikalarının Kastamonu Yonga levha Tesisinde üretilmiştir. 2100 x 2800 x 18 mm ebatlarında, 700 kg/m<sup>3</sup> hedeflenen yoğunlukta üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir. Levha üretiminde kullanılan kaplama atık kağıt miktarının levha özelliklerine etkisi belirlenmiştir.

##### 2.1.1 Odun Hammaddesi

Odun hammaddesi olarak deneme levhalarında iğne yapraklı ağaç odunlarından; çam odunları (Karaçam - *Pinus nigra* subsp. *pallasiana*, Sarıçam - *Pinus sylvestris* L, Kızılçam - *Pinus brutia* ), yapraklı ağaç odunlarından ise Meşe odunları (Sapsız meşe - *Quercus petraea* ) ve Kavak odunu (Ak Kavak - *Populus alba* ) karışım halinde kullanılmıştır.

Yapılan çalışmada kullanılan ağaç türlerinin % karışım oranları Tablo 2.1’de belirtilen oranlar ile karışım haline getirilerek %100’e tamamlanacak şekilde kullanılmıştır.

Tablo 2.1: Ağaç türlerine göre % karışım oranları.

Ağaç türü ve karışım oranları	%
Çam odunu ve kapağı (Karaçam, Sarıçam, Kızılçam)	35
Kavak odunu ve kapağı	33
Yapraklı odun (Kayın, Kestane, Meşe)	17
Marangoz artığı (planya veya hızar talaşı), Orman kesim artığı	15

### 2.1.2 Tutkal

Bu çalışmada yapıştırıcı madde olarak “üre formaldehit tutkal” kullanılmıştır. Tutkal miktarı ise tam kuru yonga ağırlığına oranla yüzey tabakalarında % 13, orta tabakada ise % 7 oranında kullanılmıştır.

Aşağıda gösterilen Tablo 2.2’de tutkal hammaddesinin fiziksel özellikleri yer almaktadır. Kullanılan üre formaldehit tutkalı Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş tarafından üretilmiştir.

Tablo 2.2: UF tutkalının özellikleri.

Tutkalın kimyasal İçerikleri	Ölçülen değerleri
Katı Madde Oranı (%)	65 ± 2
Yoğunluk (20 °C)	1,285 (gr/cm <sup>3</sup> )
Viskozite (20 <sup>0</sup> C)	300 (cps)
pH (20 <sup>0</sup> C)	8,4
Serbest Formaldehit (%)	0,19 (max)
Jell Time (100 <sup>0</sup> C)	38 sn
Depolama Zamanı (20 <sup>0</sup> C)	90 gün

### 2.1.3 Kâğıt Kaplama Atıkları

Kâğıt kaplama atıkları yonga levhanın sadece orta tabakasında kullanılmaktadır. Yüzey tabakasında kullanılmasının kâğıt kaplama atıklarının renklerinin levha yüzey dokusuna uygun olmadığı, estetik dekoratif görünüşünü bozduğu, yüzey sağlamlığını kısmi olarak düşürdüğü yapılan ön çalışmalarda ortaya konulduğundan dolayı çalışma da bu atıkların orta tabakada kullanılması denemeleri yapılmıştır.

## 2.2 Metot

Deney levha üretiminde, hammadde yonga içerisine farklı oranlarda kâğıt kaplama atıkları ilave edilerek geleneksel yonga levha üretim esaslarına göre yapılmıştır. Yonga levha üretim akışına göre sırasıyla yongalama, kurutma, eleme, tutkallama, serme, ön presleme, sıcak presleme, klimatizasyon, ebatlama, zımparalama ve depolama şeklinde olup, iş akış

aşamaları aşağıda başlıklar halinde anlatılmıştır.

### 2.2.1 Yongaların Elde Edilmesi

Fabrikanın kendi imkânlarıyla elde ettiği odun hammaddesi “chipper kaba yongalama makinesi” literatürde “silindirli kaba yongalama makinası” olarak geçmektedir. Pallmann marka, yaklaşık 250 m<sup>3</sup>/h hacimsel kapasiteye sahiptir. Elde edilen yongalar depolanmak üzere dikey taşımayı kovalı asansör ile yatayda ise tripper bant yardımıyla çelik silolara ulaşmaktadır. Kaba yongalama makinesinde ortalama % 50–110 rutubetteki ve çapları 10-55 cm arası olan yuvarlak odunlar yonga haline getirilmiştir. Makineden çıkan yongaların ortalama uzunluğu 20-60 mm olarak ölçülmüştür. Soldan sağa doğru çam chipsi, meşe chipsi ve kavak chipsi görülmektedir.



Şekil 2.1: Çam, meşe, kavak odunun yonga hali.

Taşıyıcı helezonlar aracılığıyla yongalar; % 40 çam chipsi, % 22 meşe chipsi ve % 38 kavak chipsi karışım haline gelen malzemenin aynı ölçülerde sınıflandırılmasını sağlamıştır. Bu sınıflandırma sonucu elek altı malzeme micro chips, macro chips ve kullanıma uygun olmayan oversize (iri boyutlu) olarak bekleme silolarına gönderildiler. Chipsler soldan sağa doğru macro ve micro chips şeklindedir.



Şekil 2.2: Odun chipslerin macro ve micro görünüşü.

Odun yongaları, diskli yapıya sahip eleklerden geçerek boyutlarına göre inceltici mil değirmenlere taşınmıştır. Yongalar, diskli eleklerden boyutlarına göre inceltici değirmenlere taşınmıştır. Macro yongalar kalınlıkları 35-80 mm arasında olup macro inceltici değirmenlere, micro yongaların kalınlıkları 6-8 mm olup micro inceltici değirmenlerde yonga haline getirildi. Over size ebatlarında olan iri parçalar ise tekrar yonga haline getirilmek üzere chipper yongalama makinasına gönderilmişlerdir. Toz fine malzemeler ise micro değirmenlere alınmışlardır. İnceltici değirmenden geçen flake malzeme Şekil 2.3’de gösterilmiştir.



Şekil 2.3: İnceltici değirmenden geçen flake malzeme.

Yongaların içerisinde bulunan chipper yongalama makinesinden geçen metal parçacıklar ile sanayi malzemesi olan odun kapaklarını bağlamak için kullanılan bağ iplerindeki metal tokalar değirmenlerin girişinde bulunan mıknatısa tutunur aynı zamanda taş, kum vb. yoğunluğu yüksek hacimli malzemeler cleonomat adı verilen havalı ayırma sistemi sayesinde flap odacıklarına takılarak değirmen dışına alınmışlardır. Kaba yongalar macro ve micro inceltici değirmenlerde 0,7 mm kalınlıkta yonga haline getirilmiş ve değirmenlerden çıkan yongalar daha sonrasında kurutma- besleme silolarına taşınmışlardır. Şekil 2.4'te uygun yere yerleştirilen metal ayırıcı detektör sayesinde ayrılan metal parçalar ve toka gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Metal parçalar ve toka.

### 2.2.2 Yongaların Kurutulması

Kurutma aşamasında talaşlar, inceltici değirmenden çıkıp taşıyıcı araç vasıtasıyla siloya gönderilen malzemeler silolardan macro yaş yonga % 40, micro yaş yonga % 50, şerit talaş (Saw dust) % 7, reject yongası % 3 oran olacak şekilde kurutmak için döner tipli kurutucuya gönderildiler. Döner tipli kurutucunun giriş sıcaklığı 305°C ve çıkış sıcaklığı 128-132°C şartlarında %1,2-1,5 rutubete kadar kurutulmuştur.. Kurutulan talaşlar fan ve siklonlar vasıtasıyla sınıflandırılarak Şekil 2.5'te görüldüğü üzere mekanik eleme işlemine gönderilmiştir.



Şekil 2.5: Kurutucu elek.

Yongaların kurutulması, döner silindirik üç geçişli kurutucularda dış ve orta tabaka ayrı ayrı kurutulmuştur. Orta tabaka kurutucu giriş sıcaklığı 700 °C, çıkış sıcaklığı 120 °C, dış tabaka kurutucu giriş sıcaklığı 350 °C, çıkış sıcaklığı 110 °C de ve yongalar % 2-3 rutubete kadar kurutulmuştur.

### 2.2.3 Yongaların Elenmesi

Kurutulan yongaların tasnif edilmesi sırasında kademeli mekanik sarsak elek kullanılmıştır. Şekil 2.6'da elek ve elek kaset kapakları gösterilmiştir.



Şekil 2.6: Elek ve elek kaset kapakları.

6,0×6,0 mm gözenek ölçüsüne sahip eleklerin üstünde kalan yongaların boyutlarını küçültmek amacıyla mil (conidür) değirmene gönderilerek değerlendirilmesi sağlanmıştır. 2,7×0,9 mm gözenek ölçüsüne sahip eleklerin üstünde kalan yongalar orta tabaka kuru siloya; 0,237×0,237 mm eleklerin üstünde kalan talaş üst tabaka kuru siloya adreslemek üzere gönderilmiştir. Bu eleğinde altında buluna 0,23 veya 0,15 vb. ölçülere sahip elekten geçen malzeme tesisin yakıt ihtiyacı karşılamak üzere değerlendirilmektedir. Orta tabaka kuru talaş silolarından alınan talaş numunelerinin rutubeti %1,1-1,5; dökme yoğunluğu 119-129 kg/m<sup>3</sup> ve Üst tabaka kuru talaş silolarından alınan talaş numunelerinin rutubeti %1,0-1,4; dökme yoğunluğu 160-175 kg/m<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür.

#### 2.2.4 Tutkallama

Tutkal mutfağında hali hazırda bulunan kimyasallar, tanklardan orta tabaka ve üst tabaka mikserlere pompalar yardımıyla enjektörlere oradan da orta tabaka ve üst tabaka mikserlerine ayrı ayrı zerreler halinde talaşın tüm yüzeylerine emdirilecek şekilde basılmıştır. Şekil 2.7'de Tutkal mutfağındaki rezerv tankları, flowmetre (kimyasal akış hızını ölçen makine) ve pompolar gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Tutkallama sistemi.

Orta tabaka mikser besleme bant terazi üzerine montajı yapılan bunkerden helezon vasıtasıyla talaşın kuru yonga ağırlığına göre kontrol numune ile birlikte %1, %3, %5, %7 ve %9 olacak şekilde gerekli hesaplamalar yapılarak üretime atık melamin kağıt

verilmiştir. Kullanılan atık melamin kâğıt rutubeti % 2,5-5 ve yoğunluğu 380-410 gr/cm<sup>3</sup> olarak ölçülmüştür. Ve oranlar bant terazide ölçülen kuru yonga ağırlığına göre hesaplanarak işlem yapılmıştır. Yonga kullanım oranı Orta tabaka % 62, Üst tabaka % 38 şeklinde belirlenmiştir. Orta tabaka silolardan dozajlanarak alınan yaklaşık % 1,2–1,5 rutubet miktarına sahip talaşlar ile atık melamin kâğıt orta tabaka tutkallama makinasından pulverize olacak şekilde püskürtülen tutkal çözeltisiyle karıştırılmıştır. Bu amaçla kullanılan orta tabaka tutkalının özellikleri tablo 2.3'te belirtilmiştir.

Tablo 2.2: Orta tabaka tutkalının özellikleri.

<b>SPESİFİKASYONLAR</b>	<b>BİRİM</b>	<b>DEĞER</b>
<b>Katı madde miktarı</b>	%	62
<b>Viskozite (25 °C)</b>	Cps	330
<b>Akma zamanı</b>	Sn	60
<b>pH (25 °C)</b>	-	8,2-8,4
<b>Yoğunluk</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1280
<b>Serbest formaldehit oranı</b>	% max.	0,1286
<b>Jell time</b>	Sn	44-46
<b>Depolama süresi</b>	Gün	40

Atık melamin kâğıt ile üretilen levhanın yoğunluğu 1,06 gr/cm<sup>3</sup> olan amonyum klorür (NH<sub>4</sub>CL) %20'lik sulu çözeltiye sahiptir. Üretilen levhaların su alımının ve kalınlık artışının azaltılması baz alındığından katı madde oranı % 60'lik bir konsantrasyondan ve yoğunluğu 0,96 gr/cm<sup>3</sup> olan beyaz renkli parafinden faydalanılmaktadır.

Orta tabaka sermede diskli merdaneler yardımıyla mekanik serme; üst tabaka sermede ise mekanik serme ve talaşların yüzey ağırlığına göre serme şeklinde levha taslağı oluşturulmuştur. Serme çıkışında oluşan levha taslağı Şekil 2.8'de görülmektedir.





Şekil 2.8: Serme çıkışı levha taslağı.

Orta tabaka tutkal çözelti bileşen analizi Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

Tablo 2.3: Orta tabaka tutkal çözelti bileşen analizi.

BİLEŞENLER	ORTA TABAKA REÇETE			
	Yoğunluk (Kg/m <sup>3</sup> )	Konsantrasyon (%)	Katı (%)	Set (Lt/dk)
<b>Tutkal</b>	1,27	62,0	8,0	19,74
<b>Su</b>	1	1	1,0	2,04
<b>Parafin</b>	0,96	60,0	1,0	0,25
<b>Sertleştirici</b>	1,06	20,0	2,7	1,83
<b>Karışım yoğunluk</b>	1,22			
<b>Karışım çözelti konsantrasyonu</b>	0,53			

Üst tabaka tutkal çözelti bileşen analizi Tablo 2.5'te gösterilmiştir.

Tablo 2.4: Üst tabaka tutkal çözelti bileşen analizi.

BİLEŞENLER	ÜST TABAKA REÇETE			
	Yoğunluk (Kg/m <sup>3</sup> )	Konsantrasyon (%)	Katı (%)	Set (Lt/dk)
Tutkal	1,24	56,0	14	28,61
Su	1	1	1,0	2,04
Parafin	0,96	60,0	1,45	0,40
Sertleştirici	1,06	20,0	0,7	0,68
Karışım yoğunluk	1,14			
Karışım çözelti konsantrasyonu	0,42			

Tutkal çeşitlerinden üreformaldehit tutkalı tercih edilmiştir ve orta tabaka yongasına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla % 7 ve üst tabaka yongasına tutkal çözeltisinin saf madde miktarına oranla % 13,5 tutkal verilerek serme taslağının oluşturulması için hazır hale getirilmiştir.

Tutkallama makine yani mikser çıkışı orta tabakada yonga ve kullanılan yüzde miktarına göre değişmekle birlikte atık melamin kağıt yoğunluğu 115-135 kg/m<sup>3</sup>, rutubeti %6,0-7,5 üst tabakada kullanılan sadece talaşın karışımının yoğunluğu 150-165 kg/m<sup>3</sup>, rutubeti %15,5-16,5 olarak ölçülmüştür.



Şekil 2.9: Orta tabakadaki merdanelerin genel görünüşü.

Tutkallama makinalarının çıkışından orta tabaka sermeye gönderilen malzemenin merdaneler üzerindeki durumu Şekil 2.9’da gösterilmiştir.

### 2.2.5 Levha Taslağının Hazırlanması

Levha taslağının hazırlanmasında “classiformer” marka mekanik serme kullanılmıştır. Atık melamin kağıt sadece orta tabaka serme makinasına gönderilmiştir. Şekil 2.10’da serme makinesinin genel görünümü gösterilmiştir.



Şekil 2.10: Serme makinesinin genel görünümü.

### 2.2.6 Presleme

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde “Siempelkamp” marka 380 x 226 cm ebatlarında, 7 katlı, termik yağ ile ısıtılan hidrolik pres kullanılmıştır. Pres sıcaklığı, pres basıncı, net presleme süreleri deneme levhalarının üretim şartlarında anlatılmıştır. Serilen taslak 220 bar basınç altında ön pres (soğuk presleme) işlemine tabi tutulduktan sonra, taslak yüksekliği %33 oranında sıkıştırılarak 19 mm ve genişliği 2220 mm ebatlarına getirilmiştir. Şekil 2.11’de ön pres makinesi gösterilmiştir.



Şekil 2.11: Ön pres (ön pres çıkış görünümü).

Soğuk pres sonrası taslak kenarları ebatlanarak genişliği 2170 mm haline getirilmiştir. Soğuk pres sisteminin en önemli faydası, sıkıştırma sonucu levha taslağına mekanik sağlamlık kazandırarak, nakil bantlarından geçiş ve prese giriş esnasında, oluşan formun bozulmamasını sağlamaktır.



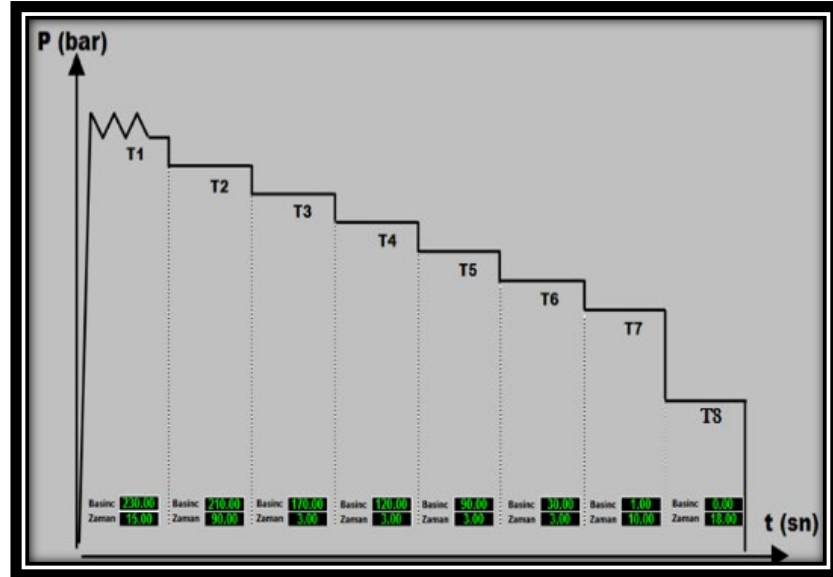
Şekil 2.12: Ön pres çıkışı levha taslak görünümü.

Bundan sonraki aşamada levha taslakları şekil 2.13'te görülen katlı sıcak prese taşınmıştır.



Şekil 2.13: Katlı pres.

Levha taslakları 7 katlı sıcak preste 145 sn. zaman boyunca 192°C sıcaklıkta basınç altında pişirilmişlerdir. Aşağıdaki diyagramda presin basınç-zaman değişimi görülmektedir.



Şekil 2.14: Pres basınç-zaman diyagramı.

Presin basınç-zaman diyagramı incelendiğinde;

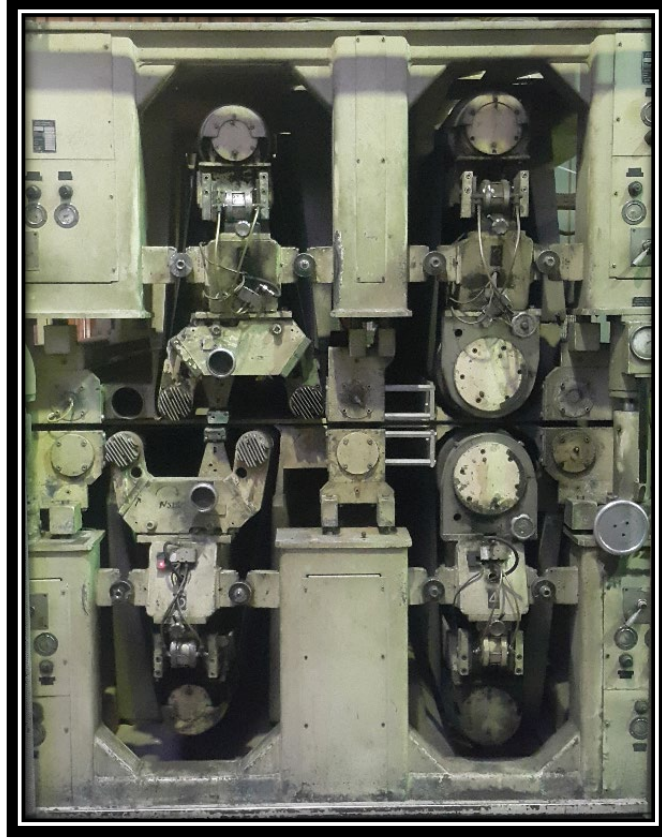
- T1: Presin kapanması ve yüksek basınç uygulanması: 15 sn süre ile 230 bar basınç uygulandı. Bu aşamada levha sıkıştırılması, yonga/talaşlarda plastikleşme başladı. Aynı zamanda OT'ya sıcaklık iletimi başladı. T1 kademesinde uygulanan basınç kuvveti miktarı ve süresi levha yüzey yoğunluğunu ve sertliğini etkilemektedir.
- T2: Orta basınç uygulanması: Bu aşamada levhalara 90 sn boyunca 210 bar basınç uygulandı. Bu süre zarfında OT'ya sıcaklık iletimi tamamlandı. Levhada tutkal reaksiyonu başladı ve stabil hale gelmeye başladı.
- T3–T4–T5–T6: Levhalara uygulanan basınç 3 sn aralıklarla çeşitli basınç değerlerine kademeli olarak tahliye edildi. Bu sürelerde levhanın pişirilmesi ve dış tabakanın yüzey sertleşmesinin tamamlanması gerçekleştirildi. Levhanın pişirilmesi tamamlandı.
- T7: Levhanın üzerinde basınç tahliyesi tamamlandı ve buhar atması için hazırlandı.
- T8: Levhaların buhar atması gerçekleştirildi.

Presten çıkan levhalar  $2170 \times 5670 \pm 5$  mm ebatlarında ham olarak üretilip klimatizasyon amacıyla yıldız soğutuculara taşınmıştır.

### 2.2.7 Pres Sonrası İşlemler

Presleme işleminden sonra levhalar, yıldız soğutucuya alınarak 30 dakika süre ile bekletilmiştir. 30 dakika sonunda levhalar daire testereli ebatlama makinasında ebatlanmıştır. Daha sonra Steinmann marka, 4 kafalı zımpara makinasında Sia marka 36-60 kum zımpara kâğıtları ile zımparalanmıştır. Yıldız soğutuculara alınan levhalar klimatizasyon için yeterli süre bekletilerek rutubet ve sıcaklık dengesi sağlandı. Bu aşamada levhalar yıldız soğutucularda bir tur attıktan sonra döner rulolar vasıtasıyla taşınarak ebatlamaya gönderildi. Pres çıkışında ham levhaların kalınlığı ortalama 19,0 mm ve ebatları ise  $2170 \times 5670 \pm 5$  mm'dir. Ebatlamada daire testere makineleri yardımıyla net boyutları olan  $2100 \times 2800$  mm'ye getirildi. Üretimi gerçekleştiren deneme levhaları zımpara makinalarından geçirildi. Bu amaçla K1–K2–K3–NS–İMEAS olarak adlandırılan

10 kafa olan zımpara makinasından, 40–60-stop–80–100 kum zımpara bantları kullanılarak kalınlık hataları giderilmiştir. Şekil 2.15’te zımpara makinesi genel olarak gösterilmiştir.



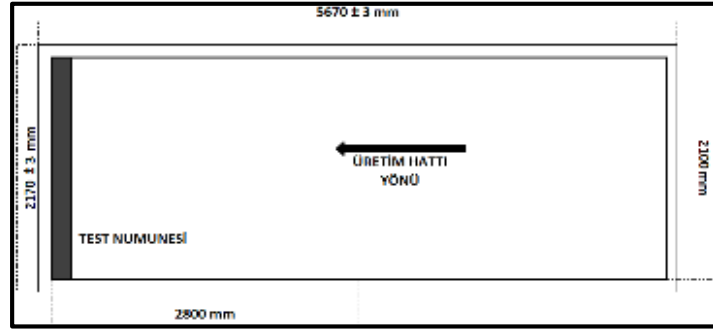
Şekil 2.15: Zımpara makinası.

Zımpara çıkışında levhanın son kalınlığı 17,8 mm olarak gerçekleşmiştir. Sonraki süreç olarak mamul ambar depolama alanına forklift aracılığıyla taşınmışlardır. Bu aşamada levhalar kalite sınıflarına göre mamul ambar deposunda istiflenmişlerdir. Mamul ambar deposunda hava akımının olmamasına, zeminin düzgünlüğüne dikkat edilerek istifleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.8 Test Numunelerinin Hazırlanması

Üretilen yonga levhalardan TS EN 325 (2014) standartlarına uygun olacak şekilde, istenilen ebatlarda numuneler hazırlanmıştır. Araştırmada materyal olarak üretilen ham levhaların boyutları pres çıkışında  $2170 \times 5670 \pm 5$  mm olarak ölçüldü. Ebatlama ünitesinde levha ebatları olarak  $2100 \times 2800$  mm olmak üzere 2 adet levhaya kesilerek net ebatları

ortaya çıkarıldı. Test için kesilen parçalar, Şekil 41’de görüldüğü gibi, üretilen levhaların ön kısımlarından kesilerek tüm levhayı temsil etmeleri sağlandı.



Şekil 2.16: Deney levhalarında test parçalarının kesim yerleri.

Koyu renkle işaretlenen bölgeden aşağıda belirtilen Şekil 41’deki gibi TS EN 325 (2014) standartlarına göre test numunesi almak için kesim yapıldı.

### 2.2.9 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Çalışmada elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar Tablo 2.6’de gösterilmiştir.

Tablo 2.6: Test numuneleri TS EN standart tablosu.

TS EN NO	TS EN TANIMI	TEST ADI	NUMUNE SAYISI (adet)
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar- Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün	Eğilme direnci tayini	20
TS EN 310 (1993)	Ahşap esaslı levhalar- Eğilme ve eğilme direnci elastikiyet modulünün	Elastikiyet modulü tayini	20
TS EN 311 (2005)	Ahşap esaslı levhalar- Yüzey sağlamlığı değerinin tayini.	Yüzey sağlamlığı tayini	20



TS EN NO	TS EN TANIMI	TEST ADI	NUMUNE SAYISI (adet)
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra	Şişme tayini	12
TS EN 317 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra	Su alma tayini	12
TS EN 319 (1999)	Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının	Yüzeye dik çekme direnci tayini	16
TS EN 320 (1999)	Lif Levhaların -Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini.	Vida tutma direnci tayini	16
TS EN 322 (1999)	Ahşap levhalar-Rutubet miktarının tayini.	Rutubet tayini	12
TS EN 323-1 (1999)	Ahşap yonga levhalar-Özgül kütle tayini.	Yoğunluk (ölgül kütle) tayini	20
EN 382-1	Lif levhalar-Yüzey absorpsiyonu tayini-Bölüm 1:Kuru metotla	Yüzey abs. Tayini	20

### 2.2.9.1 Fiziksel Özelliklerin Tayini

Fiziksel özellik olarak levhaların yoğunluk değerleri, rutubet, şişme (2 saat), su alma (2 saat) ve yüzey absorpsiyonu (toluen) Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin Yonga Levha Tesisi Laboratuvarı'nda yapıldı.

#### *Yoğunluk (Özgül Kütle) Değerinin Belirlenmesi*

TS EN 323 (1999)'de belirtildiği şekilde; TS EN 325 (2014)'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 100×100 mm boyutlarında 6'şar tane olmak üzere her bir gruptan minimum 18 adet örnek kullanıldı. TS EN 326-1 (1999)'e göre deney numunelerinden kesilerek hazırlanan örnekler 103±2°C'deki etüvde ağırlığı değişmez hale gelinceye kadar bekletildi. Daha sonra çıkarılan parçalar hassas terazide tartıldı ve boyutları ise ±0,01 duyarlıktaki kumpasla ölçüldü. 10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi. Parçaların yoğunlukları Eşitlik 5'e göre hesaplandı.

$$\delta = \frac{M_o}{V} \quad (5)$$

$\delta$  : Yoğunluk ( gr/cm<sup>3</sup> )

M<sub>o</sub>: Test parçası tam kuru ağırlığı (gr)

V : Test parçası tam kuru hacmi (cm<sup>3</sup>)

#### *Rutubet Miktarının Belirlenmesi*

Rutubet miktarının belirlenmesi için TS EN 322'de belirlenen esaslar dikkate alındı, deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 3'er adet olacak şekilde bir gruptan en az 9 adet örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 90 adet numune test edildi. TS EN 326-1 (1999) örnekler hassas terazide tartıldı ve daha sonra 103±2°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutuldu.

Her deney parçası etüvden çıkarılıp desikatörde soğutulduktan sonra 0,01 gram hassasiyetle terazide ve %0,1'den daha fazla rutubet artışı önleyecek çabuklukta tartıldı. TS EN 322'de belirtilen esaslara göre Eşitlik 6'da rutubet miktarı hesaplandı.

$$H = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100 \quad (6)$$

H: Rutubet (%)

$M_H$ : Deney parçasının numunenin alınması sırasındaki ağırlığı (g)

$M_0$ : Deney parçasının kurutmadan sonraki ağırlığı (g)

### ***Su Alma Oranı ve Kalınlığına Şişme Oranının Belirlenmesi***

Su alma miktarı ve kalınlığına şişme oranının belirlenmesinde TS EN 317 standardında belirtilen esaslara göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50x50 mm boyutlarında 5'er adet olacak şekilde bir gruptan en az 15 adet örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 150 adet numune test edildi. Her deney parçasının ağırlıkları hassas terazide ( $\pm 0,01$ ) ve kalınlıkları ise kumpasla ( $\pm 0,1$ ) ölçüldü. Deney örnekleri  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  sıcaklıkta su içerisine yüzeyden 25 mm mesafede olacak şekilde bastırıldı. 2 saat sonra havuzdan çıkarılıp havlu ile fazla suyu alındı ve bu durumdaki ağırlıkları hassas terazide ( $\pm 0,01$ ) ve kalınlıkları ise kumpasla ( $\pm 0,1$ ) ölçüldü. Buna göre kalınlık artışı ve su alma miktarı Eşitlik 7-8'e göre hesaplandı.

$$KA = \frac{k_2 - k_1}{k_1} \times 100 \quad (7)$$

KA: Kalınlık artışı oranı (%)

$k_1$  : İlk ölçülen kalınlık (mm)

$k_2$  : Suda bekletildikten sonra ölçülen kalınlık (mm)

$$SA = \frac{M_H - M_0}{M_0} \times 100 \quad (8)$$

SA: Su Alma Oranı (%)

$M_H$ : İlk ölçülen ağırlık (g)  $M_0$ : Suda bekletildikten sonra ölçülen ağırlık (g)

## **Yüzey Absorbsiyonu (Toluen) Değerinin Belirlenmesi**

Deney levhaları zımpara hattında zımparalandı. Deney numunelerini her levhanın sol, orta ve sağından (125×700±3 mm. ebadında) kesilerek destek üzerine yerleştirildi. Tutucu üzerinde pipet, deney numunesi yüzeyinden 1±0,1 mm uzaklıkta ve 90° dik konumda bulundurulurken pipetden 1 ml toluen deney numunesi yüzeyine zımparalama yönüne 90° açıyla 4±1 sn içinde ve 20°C±2 sıcaklıktaki hava ortamında boşaltılmıştır. Toluenin eğimli deney parçası yüzeyinden serbestçe akmasını sağlanarak, iki düzgün yüzeyi bulunan levhaların, her iki yüzeyi içinde deneyi tekrarlanarak toluenin sebep olduğu izin azami boyu, deney numunesi kenarlarına paralel bir çizgi boyunca hassasiyetle ölçüldü. 10 test grubu için toplam 90 adet numune test edildi.

### **2.2.9.2 Mekanik Özelliklerin Tayini**

Mekanik özellik olarak levhaların eğilme direncinin belirlenmesi, eğilmede elastikiyet modülünün belirlenmesi, yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi, vida tutma direncinin belirlenmesi ve yüzey sağlamlığı direncinin belirlenmesi Kastamonu Entegre AŞ. Kastamonu Yonga Levha Tesisleri Laboratuvarı'nda yapıldı.

#### ***Eğilme Direncinin Belirlenmesi***

Eğilme direncinin belirlenmesinde, uygulama TS EN 310 (1999)'a göre yapılmıştır. Test parçalarının kesimi için TS EN 326-1 (1999)'e göre; deney parçaları, 50 mm genişlikte ve uzunluk ise deney parçası anma kalınlığının 20 katı±50 mm maksimum 1050 mm ve minimum 150 mm olacak şekilde ve mm hassasiyetle ayarlandı. Örnekler hazırlandıktan sonra TS EN 325 (1999)'e uygun biçimde kalınlık mikrometreyle, genişlik kumpasla ölçüldü. Yük deney süresince sabit hız ile uygulandı. Uygulanan kuvvetin değeri 0,01 hassasiyetle ölçülerek 'yük deformasyon' diyagramı çıkarıldı. Uygulanan en büyük kuvvet %1 hassasiyetle ölçüldü. Eğilme direnç değeri Eşitlik 9'a göre hesaplandı.

$$F = \frac{3 \times F_{\max} \times L}{2a \times b^2} \quad (9)$$

F : Eğilme direnci değeri (N/mm<sup>2</sup>)

F<sub>Maks</sub>: Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

- L : Dayanak arası açıklık (mm)  
A : Numune genişliği (mm)  
B : Numune kalınlığı (mm)

10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi.

### ***Eğilmede Elastikiyet Modülünün Belirlenmesi***

Bu test TS EN 310 (1999)'a uygun biçimde yapılmıştır. Eğilme direnci yapılan parçalar üzerinden test cihazıyla eğilme direnci yapılırken, eğilme miktarı deney parçasının ortasından 0,01 mm hassasiyette ölçüldü. Eğilmedeki elastikiyet modülü değeri Eşitlik 10'a göre hesaplandı.

$$E = \frac{P \times L^3}{4a \times b^3 \times f} \quad (10)$$

E: Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm<sup>2</sup>)

P: Elastikiyet sınırı altında uygulanan yük (N)

L: Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

a: Numune genişliği (mm)

b: Numune kalınlığı (mm)

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

### ***Yüzeye Dik Çekme Direncinin Belirlenmesi***

Yüzeye dik çekme deneyi TS EN 319 (1999)'a göre deney cihazının kavrama çeneleri arasına yerleştirilmiş parçaların yüzeye dik yöndeki çekme kuvveti uygulanacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçebilecek niteliktedir. Numunelerin alınması ve hazırlanması, TS EN 326-1 (1999)'e uygun olarak yapılmış olup, kenar uzunluğu 50±1mm olan 6'şar adet kare şeklinde kesildi. Ölçüm sonrası hazır olan örnekler alüminyum aparatlara sıcak silikonla yapıştırıldı. Yapıştırılmış parçalar 45 dk. bekletildikten sonra, her bir parça deney makinesine yerleştirildi. Deney parçalarının yüzeye dik şekilde ve kırılma oluncaya kadar çekme kuvveti uygulanıp, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme gücü belirlendi.

Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 11'e göre hesaplandı.

$$F = \frac{F_{\max}}{A} \quad (11)$$

F : Yüzeye dik çekme mukavemeti (N/mm<sup>2</sup>)

F<sub>Maks</sub> : Kırılma anındaki maksimum kuvvet ( N)

A : Parça enine kesit alanı (mm<sup>2</sup>)

10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi.

### ***Yüzey Sağlamlığı Direncinin Belirlenmesi***

Yüzey sağlamlığı kabiliyetinin belirlenmesi amacıyla TS EN 311'e göre deney numunelerinin boyutları belirlendi ve her bir levhadan 50×50 mm boyutlarında 6'şar tane örnek kullanıldı. 10 test grubu için toplam 180 adet numune test edildi.

Deney parçaları her bir levhadan 50x 50x18 mm ebatlarında hazırlandı. Parçalar iklimlendirme dolabında, sabit ağırlığa ulaşincaya kadar kondisyonlandı ve buradan çıkarıldıktan 1 saat içerisinde deney yapıldılar. Deneylerde kesilen numuneler üzerine sıcak test aparatını ortalayarak, termoplastik tutkalını maksimum 0,3 gr. kullanarak yapıştırıldı. Numunelerin iyice soğuması beklenildi. Soğuyan numune üzerinde, yapışan aparatın etrafına budak matkabı ile 0,3±0,1 mm. derinliğinde freze açıldı. Test esnasında, kuvvet 60-90 saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Test sonucu birimi N/mm<sup>2</sup> olarak yazıldı.

### **2.2.10 Verilerin Değerlendirilmesi**

Elde edilen veriler istatistiksel programı yardımıyla analiz edilmiştir. Bu amaçla önce ANOVA testi yapılarak gruplar arasında fark olup olmadığı tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığı yapılan DUNCAN testiyle belirlenerek değerlendirilmiştir. Böylece yonga levha üretiminde tesis içerisinde elde edilen kağıt atıklarının hangi ölçüde kullanılabileceği, levha özellikleri üzerine etkileri ortaya konuştur.

## BÖLÜM 3

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Levhaların fiziksel özelliklerinden yoğunluk ve rutubet değerleri belirlenip, 2 saatlik su alma-kalınlığına şişme deneyleri yapılmıştır. Deneme levhalarına yapılan fiziksel özelliklere ilişkin ortalama sonuçlar Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Deneme levhalarının fiziksel özellikleri.

Fiziksel Özellikler	Kontrol	% 1 M	% 3 M	% 5 M	% 7 M	% 9 M
Yoğunluk <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> )	682	680	682	714	709	698
K. Şişme (2h) (%)	14,15	17,92	15,46	14,15	<b>11,85</b>	13,44
Su Alma (2h) (%)	65,20	79,77	73,07	65,20	<b>58,87</b>	61,73
Rutubet (%)	6,34	6,74	6,47	6,34	6,34	6,77

#### 3.1.1 Özgül Ağırlık (Yoğunluk)

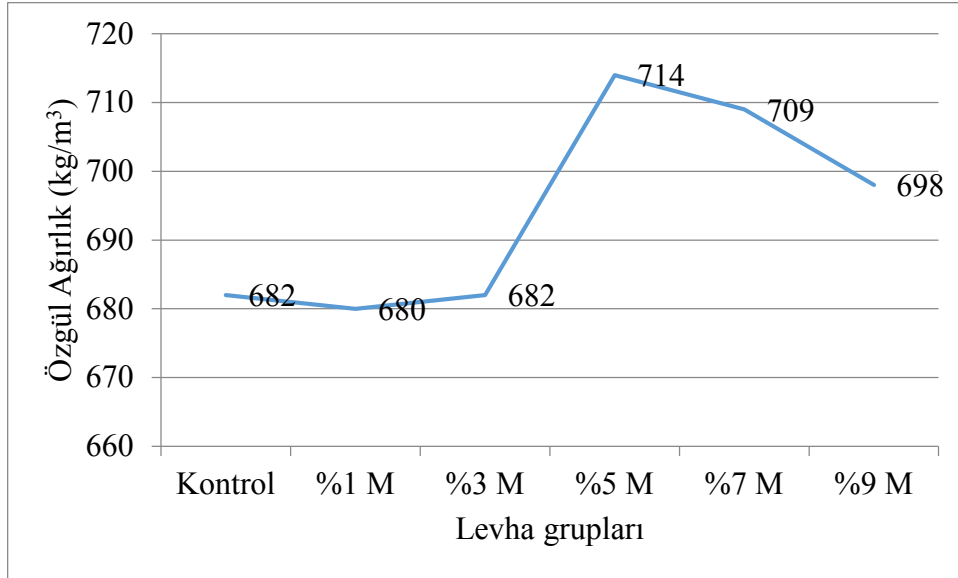
Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık ve standart sapma değerleri Tablo 3.2 verilmiştir. Tablo incelendiğinde elde edilen değerlerin hedeflenen 700 kg/m<sup>3</sup> değerine göre sapma gösterdiği ancak bu sapmanın standartta belirtilen tolerans değerleri arasında olduğu anlaşılmıştır.

Tablo 3.2: Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık değerleri.

Özgül Ağırlık (kg/m <sup>3</sup> )		
Levha grupları	X	Sd
Kontrol	682a	11,57
%1 M	680a	16,29
%3 M	682a	7,90
%5 M	714b	19,20
%7 M	709b	37,75
%9 M	698ab	42,37

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

İstek ve Sıradağ (2013) yılında gerçekleştirdikleri çalışmada yonga levha üretim teknolojisinde yoğunluk değer değişiminin %10'dan fazla olması levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini istatistiksel olarak anlamlı etkilediğini vurgulamıştır. Şekil 3.1'de levha gruplarının ortalama özgül ağırlık değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.1: Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık değerleri.

Deney levhalarının özgül ağırlık değerleri incelendiğinde atık kağıt kullanımı ile özgül ağırlık değerlerindeki değişim farklılık göstermektedir. Tablo 3.2 de incelendiğinde ortalama özgül ağırlık değerleri 680-714 kg/m<sup>3</sup> arasında değiştiği gözlemlenmiştir.



Bu değerler çalışmanın başında hedeflenen  $700 \text{ kg/m}^3$  ile karşılaştırıldığında tolerans değerine uygun olduğu görülmektedir. TS EN 323'e göre tolerans sınırının %10 olduğu bilinmektedir. Grupların standart sapmaları 7,90 ile 42,90 arasında değişmektedir. Levhaların homojenlik gruplarına bakıldığında kontrol örneklerinin özgül ağırlıklarında %1, %3 ve %9'luk atık melamin kağıt ilavesinin olduğu gruplar arasında istatistiksel olarak herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir. Ancak, %5 ve %7'lik atık melamin kağıt ilavesinin olduğu grupların özgül ağırlıkları değerlerinin istatistiksel olarak %1 ve %3'lk gruplara göre farklı olduğu anlaşılmıştır.

### 3.1.2 Rutubet (Nem)

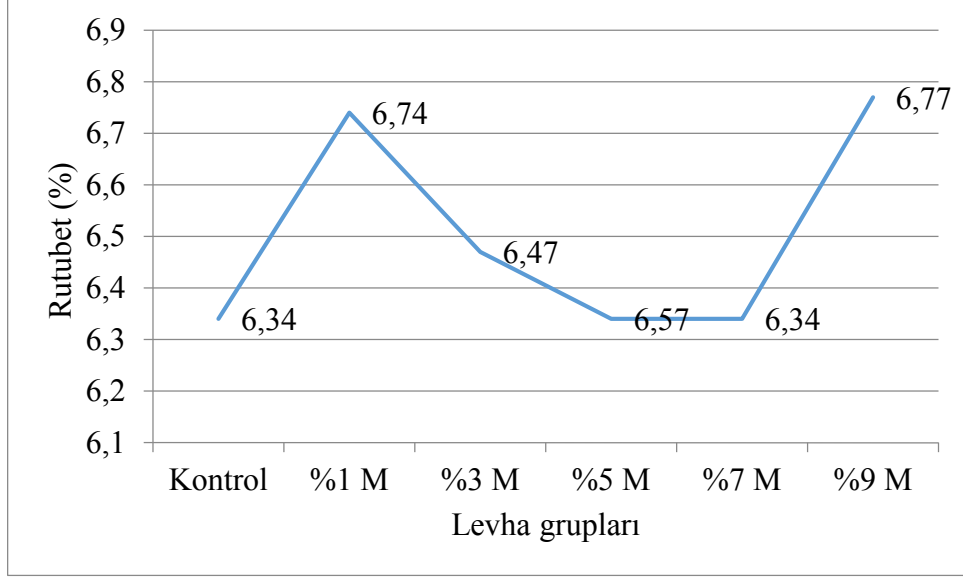
Levha gruplarının ortalama rutubet (nem) değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir.

Tablo 3.3 Levha gruplarının rutubet değerleri.

Rutubet (%)	x
Kontrol	6,34
%1 M	6,74
%3 M	6,47
%5 M	6,34
%7 M	6,57
%9 M	6,77

X:Ortalama değer

Tablo 3.3 incelendiğinde levha gruplarının %6,34 ile %6,77 arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. Şekil 3.2'de levha gruplarının rutubet değerleri gösterilmiştir.



Şekil 3.2: Levha gruplarının ortalama rutubet değerleri.

TS EN 322 standardına göre Tip 2 levhalarda istenilen rutubet değeri %5-13 arasındadır. Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre rutubet değerinin ortalama %6,5 yani standart değerin sağlandığı tespit edilmiştir.

### 3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı

Deney levhalarının 2 saatlik ortalama su alma (SA) ve kalınlığına şişme miktarları (KŞM) ile SPSS analizi sonucu elde edilen farklı homojenlik grupları ve standart sapmaları Tablo 3.4 te belirtilmiştir.

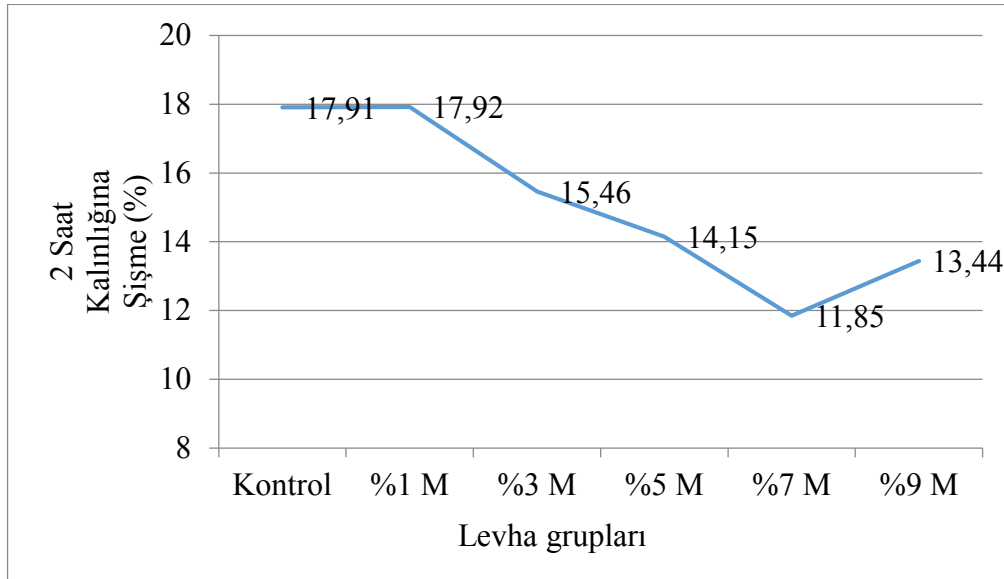
Tablo 3.4: Levha gruplarının 2 saatlik ortalama su alma ve kalınlığına şişme miktarı.

Levha grupları	2 Saat Kalınlığına Şişme (%)		2 Saat Su Alma (%)	
	X	Sd	X	Sd
Kontrol	17,91d	0,84	67,50c	5,05
%1 M	17,92c	1,73	79,77e	2,53
%3 M	15,46c	1,58	73,07d	5,65

Levha grupları	X	Sd	X	Sd
%5 M	14,15bc	1,25	65,20bc	5,33
%7 M	11,85a	1,74	58,87a	7,33
%9 M	13,44b	3,21	61,73ab	9,60

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

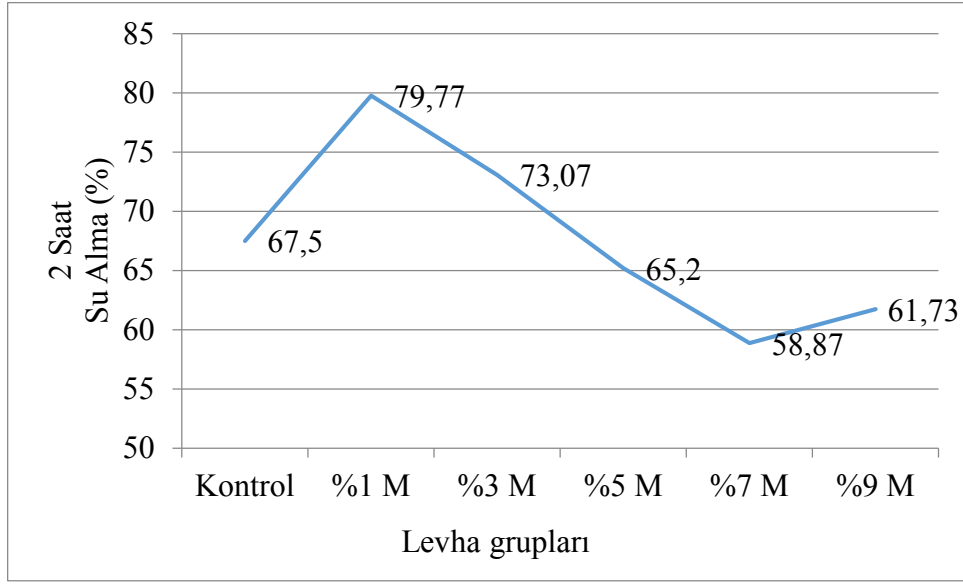
Levha gruplarının 2 saatlik kalınlığa şişme miktar değerleri Şekil 3.3'te gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en yüksek kalınlığa şişme miktar değeri %17,92 ile %1M grubunda elde edilirken, en düşük değer %7 M grubunda gerçekleşmiştir. Ayrıca %1M'den, %7M kullanımına kadar kalınlığa şişme miktar değerlerinde doğrusal bir azalma olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 3.3: Levha gruplarının 2 saatlik kalınlığa şişme miktarı değerleri.

Atık melaminli kağıtların yonga levha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılabilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada artan atık melamin kullanım oranı ile levhaların kalınlığa şişme miktarı değerlerinde azalma olduğu sonucuna varılmıştır (Başboğa vd., 2018).

Levha gruplarının 2 saatlik su alma miktarı Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4: Levha gruplarının 2 saatlik su alma miktarı.

Tablo 3.4 incelendiğinde levha gruplarının 2 saatlik şişme değerinin ortalama % 15,12 ve 2 saatlik su alma değerinin ortalama % 67,69 olduğu görülmektedir. TS EN 317 standardına göre deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre 2 saatlik şişme ve su alma değerinin standartlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Deney levhalarının mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü direnci, yüzeye dik çekme direnci ve vida tutma direnci testleri yapılmıştır. Deneme levhalarına yapılan testlerin mekanik özelliklerine ilişkin sonuçlar Tablo 3.5 da verilmiştir.

Tablo 3.5: Deneme levhaları mekanik özellikler.

Mekanik Özellikler	Kontrol	% 1 M	% 3 M	% 5 M	% 7 M	% 9 M
Y. Dik Çekme D. (N/mm <sup>2</sup> )	0,78	0,59	0,68	<b>0,78</b>	0,75	0,71
Eğilme D. (N/mm <sup>2</sup> )	15,30	14,34	15,18	15,30	<b>16,37</b>	16,08
Eğilme Elastikiyet Modül. D. (N/mm <sup>2</sup> )	2874	2618	2786	2874	<b>2900</b>	2888
Vida Tutma D. (N)	1099	925	1003	<b>1099</b>	1079	1113
Yüzey Sağlamlığı D. (N/mm <sup>2</sup> )	1,51	1,33	1,44	1,51	<b>1,59</b>	1,39

### 3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci

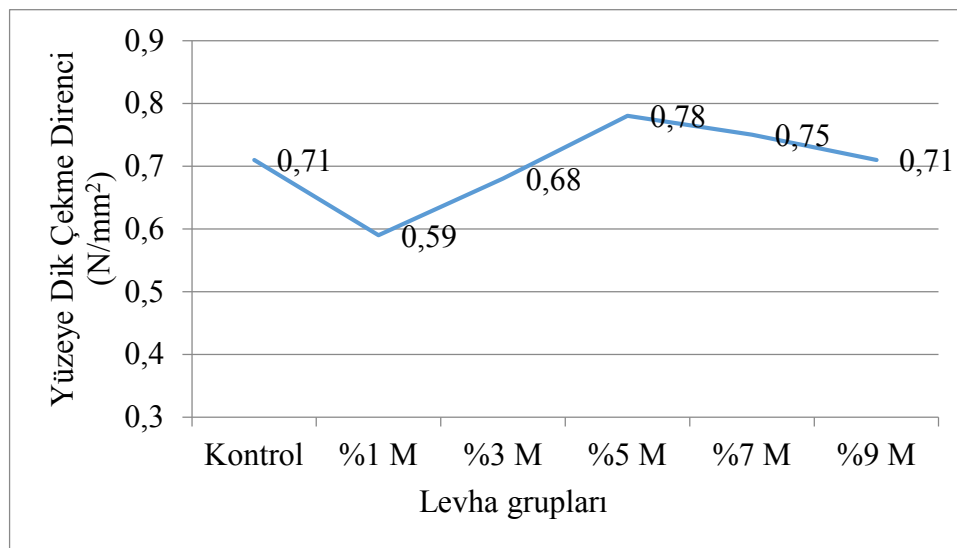
Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci, standart sapma değerleri ve DUNCAN testi sonucunda elde edilen homojenlik grupları Tablo 3.6' de verilmiştir. Tablo 3.7 incelendiğinde levha gruplarının 0,59-0,78 N/mm<sup>2</sup> arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. TS EN 319 standardına göre Tip 2 levhalarda istenilen yüzeye dik çekme direnci değeri 0,35 ve 0,35 N/mm<sup>2</sup>'den büyük olmalıdır. Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre yüzeye dik çekme direnci değerinin ortalama % 0,70 yani standart değerin sağlandığı tespit edilmiştir.

Tablo 3.6: Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )		
Levha grupları	X	Sd
Kontrol	0,71bc	0,05
%1 M	0,59a	0,04
%3 M	0,68b	0,09
%5 M	<b>0,78c</b>	0,08
%7 M	0,75bc	0,11
%9 M	0,71bc	0,10

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Melaminli atık kağıt kullanım oranına göre yüzeye dik çekme direnci değerindeki değişim Şekil 3.6'da gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde kontrol örneğine kıyasla %1 ve %3 atık kağıt kullanımında yüzeye dik çekme direncinde azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer 0,78 N/mm<sup>2</sup> ile %5 kullanım oranında gerçekleşirken, en düşük değer 0,59 N/mm<sup>2</sup> ile %1 atık kağıt kullanımında görülmüştür.



Şekil 3.5: Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Farklı özellikte melaminli atık kâğıtların tek başlarına ve karışım halinde kullanıldığı bir çalışmada artan kullanım oranı ile yüzeye dik çekme direncinde artış olduğunu belirlemiştir (Başboğa vd., 2017). Farklı bir çalışmada ise yonga levha üretiminde atık ve saf melaminli kâğıtların yonga levha özelliklerine etkisi incelenmiş ve her iki tip kullanım için artan kâğıt kullanım oranı ile yüzeye dik çekme direncinde artış oluğu tespit edilmiştir (Başboğa vd., 2018).

### 3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci

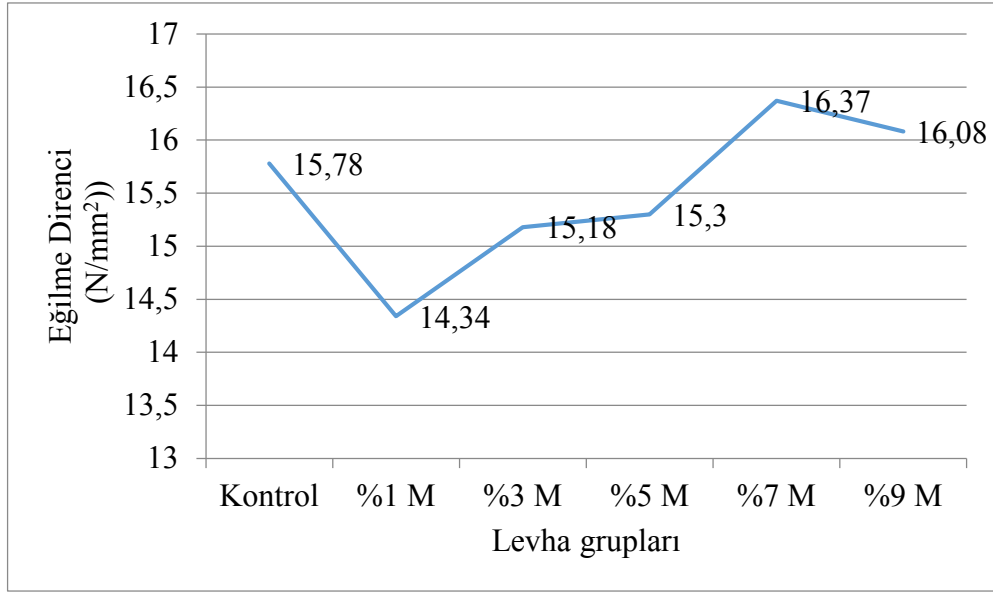
Deney levhalarının ortalama eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri ile standart sapma değerleri ve DUNCAN testi sonucunda elde edilen homojenlik grupları Tablo 3.7' te verilmiştir.

Tablo 3.7: Levha gruplarının ortalama eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri.

Levha grupları	Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )		Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	
	X	Sd	X	Sd
<b>Kontrol</b>	<b>15,78ab</b>	1,54	<b>2978c</b>	202,52
<b>%1 M</b>	14,34a	1,36	2618a	215,77
<b>%3 M</b>	15,18ab	1,20	2786b	180,31
<b>%5 M</b>	15,30ab	1,56	2874bc	153,36
<b>%7 M</b>	<b>16,37b</b>	2	<b>2900bc</b>	207,55
<b>%9 M</b>	16,08b	2,29	2888bc	188,36

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Tablo 3.8 incelendiğinde levha gruplarının eğilme direncinin ortalama  $15,12 \text{ N/mm}^2$ , eğilmede elastikiyet modülü değerinin ortalama  $2840 \text{ N/mm}^2$  olduğu görülmektedir. TS EN 310 standardına göre Tip 2 levhalarda istenilen eğilme direnç değerinin  $11$  ve  $11 \text{ N/mm}^2$ 'den büyük değer olmalı, eğilmede elastikiyet modülü değerinin ise  $1600$  ve  $1600 \text{ N/mm}^2$ 'den büyük değere sahip olmalıdır. Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerinin standartlar içerisinde olduğu tespit edilmiştir.

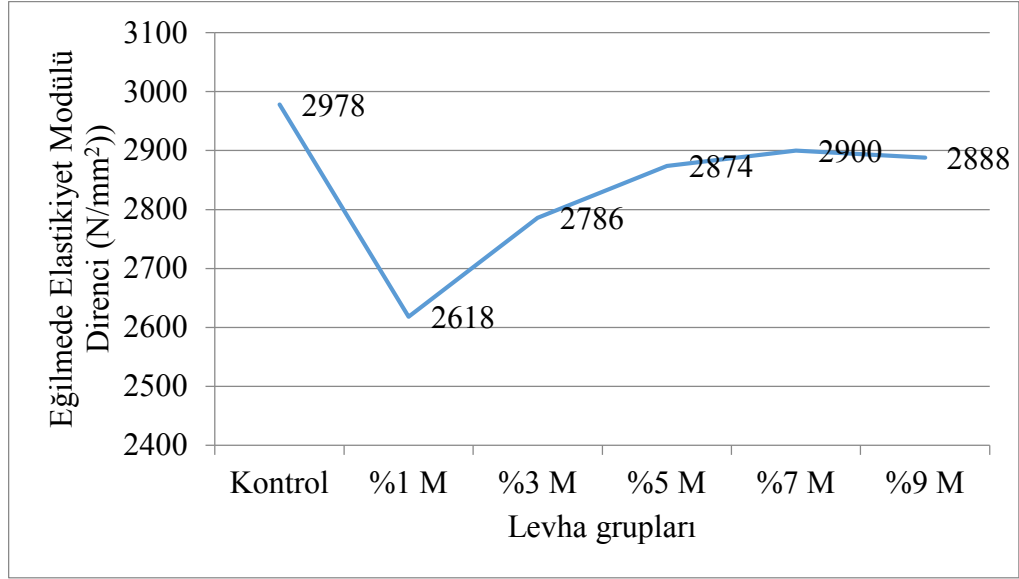


Şekil 3.6: Levha gruplarının ortalama eğilme direnç değerleri.

Levha gruplarının ortalama eğilme direnci değerleri Şekil 3.7'de gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde en düşük eğilme direnci değeri  $14,34 \text{ N/mm}^2$  ile %1 kullanımda elde edilirken, en yüksek değer  $16,37 \text{ N/mm}^2$  ile %7'de gerçekleşmiştir. Kontrol örneğine kıyasla atık melaminli kağıt kullanımı ile eğilmede elastikiyet modülü direncinde doğrusal olmayan bir değişim olduğu gözlemlenmiştir. Bu sonuçların aksine Binboğa vd. (2017)'un artan melaminli atık kağıt kullanımı ile eğilme direnci değerinde artış olduğunu tespit etmiştir. Bir başka çalışmada ise %5 atık melaminli kağıt kullanımı ile kontrol örneğine kıyasla azalan eğilme direnci değerinin, %10 ve %20 kullanım oranlarında arttığı vurgulanmıştır (Alpar ve Winkler, 2006). Levha gruplarının ortalama eğilmede elastikiyet modülü direnç değerleri Şekil 3.8'de gösterilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi en yüksek eğilmede elastikiyet modülü direnci değeri kontrol örneğinde görülürken, en düşük değer %1' lik atık kağıt kullanımında elde edilmiştir.



Ayrıca istatistiksel olarak %1'lik atık kağıt kullanımı dışındaki gruplar arasında fark olmadığı görülmüştür. Benzer bir çalışmada atık melaminli kağıt kullanım oranı ile eğilmede elastikiyet modülü direnci değerinin arttığı belirtilmiştir (Başboğa vd., 2017). Yonga levha üretiminde değişik türde ve oranlarda melaminli atık kağıtların kullanıldığı farklı bir çalışmada ise atık kağıt kullanımı ile eğilmede elastikiyet modülü direncindeki artış arasında doğrusal bir değişim olmadığı görülmüştür (Başboğa vd., 2018).



Şekil 3.7: Levha gruplarının ortalama eğilme elastikiyet modülü direnç değerleri.

### 3.2.3 Vida Tutma

Vida tutma direnç değerlerine ilişkin ortalama değerler ve DUNCAN testi sonucunda elde edilen homojenlik grupları Tablo 3.8’de görülmektedir.

Tablo 3.8: Deney levhalarının ortalama vida tutma değerleri.

Vida Tutma (N)		
Levha grupları	X	Sd
Kontrol	1099b	45,01

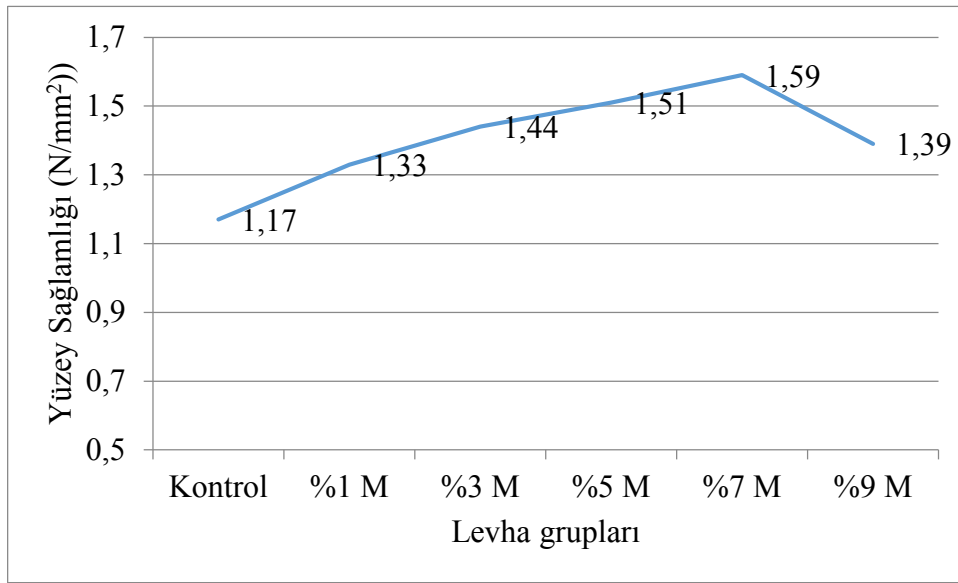
<b>Levha grupları</b>	<b>X</b>	<b>Sd</b>
<b>%1 M</b>	925a	88,38
<b>%3 M</b>	1003ab	111,92
<b>%5 M</b>	<b>1099b</b>	111,87
<b>%7 M</b>	1079b	132,00
<b>%9 M</b>	1113b	158,07

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Tablo 3.8 verileri incelendiğinde levha gruplarının 925 – 1113 N arasında değişen değerler aldığı görölmektedir. TS EN 320 standardına göre Tip 2 levhalarda istenilen Vida tutma direnç değeri 450 ve 450 N'den büyük değere sahip olmalıdır. Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre Vida tutma direnç değerinin ortalama 1053 N yani standart değerin sağlandığı tespit edilmiştir. Atık melaminli kağıt kullanım oranına göre vida tutma direnci değerindeki değişim Şekil 3.9'da gösterilmiştir. Şekil incelendiğinde atık kağıt ilavesine göre gerçekleşen değişimin doğrusal olmadığı görölmektedir. En yüksek vida tutma direnci değeri 1113 N ile %9 kullanım oranında gerçekleşirken, en düşük değer 925 N ile %1 kullanım oranında elde edilmiştir.



Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre yüzey sağlamlık değerinin ortalama % 14,05 yani standart değer sağlandığı tespit edilmiştir. Atık melaminli atık kağıt kullanım oranının yüzey sağlamlığına etkisi Şekil 3.9’da görülmektedir. Buna göre melaminli atık kağıt kullanım oranı arttıkça yüzey sağlamlığı değerinin doğrusal olarak arttığı, ancak %7 M kullanımından sonra bir miktar azaldığı anlaşılmıştır. Kontrol örneğiyle kıyaslandığında ise tüm kullanım oranlarında yüzey sağlamlığı değerinde artış olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir çalışmada Başboğa vd. (2018), yonga levha üretiminde melaminli atık kağıt kullanım oranının artması ile yüzey sağlamlığı direncinin arttığını tespit etmiştir.



Şekil 3.9: Levha gruplarının yüzey sağlamlığı değerleri.

### 3.3 Kâğıt Kaplama Atıklarının Levhadaki Formaldehit Emisyon Değeri

Formaldehit emisyon değerlerine ilişkin ortalama değerler Tablo 3.10’da görülmektedir.

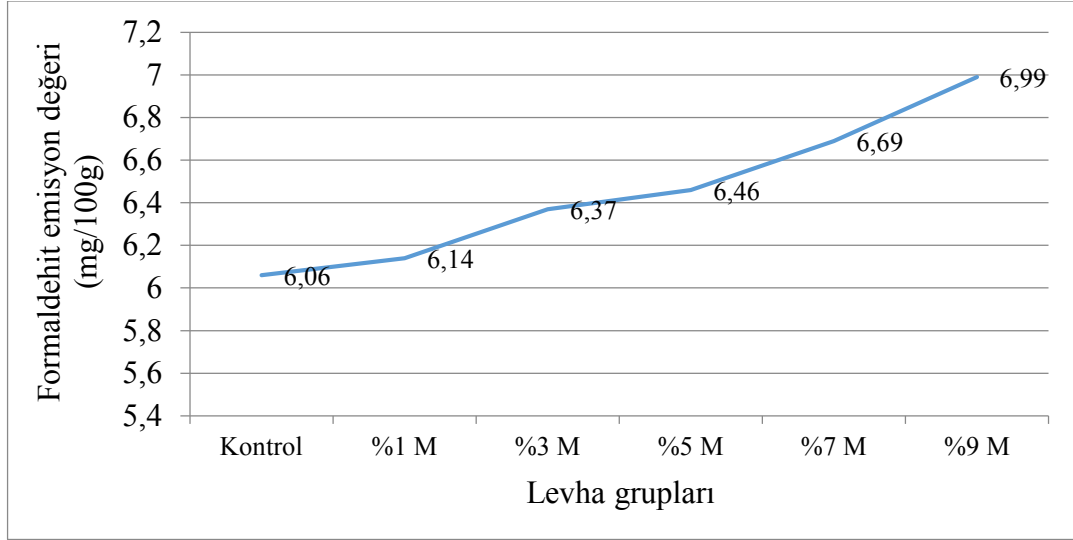
Tablo 3.10: Deney levhalarının ortalama formaldehit emisyon değerleri.

Formaldehit Emisyon Değeri (mg/100gr)		
Levha grupları	X	Sd
Kontrol	6,06	0,10
%1 M	6,14	0,05

Levha grupları	X	Sd
%3 M	6,37	0,14
%5 M	6,46	0,20
%7 M	6,69	0,30
%9 M	6,99	0,15

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Tablo 3.10 incelendiğinde levha gruplarının 6,11 – 6,99 mg/100gr arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. TS 4894 EN 120 standardına göre Tip 2 levhalarda istenilen formaldehit değeri 2-8 mg/100gr arasındadır. Deney numuneleri üzerinde yapılan test sonuçlarına göre formaldehit emisyon değeri ortalama % 6,44 mg/100gr yani standart değerini sağlandığı tespit edilmiştir. Deney levhalarının ortalama formaldehit emisyon değerleri Şekil 3.10’da gösterilmiştir.



Şekil 3.10: Deney levhalarının ortalama formaldehit emisyon değerleri.

Şekil 3.10 incelendiğinde artan melaminli atık kağıt kullanımı ile formaldehit emisyonu değerlerinde artış olduğu görülmektedir. Bu artışa rağmen tüm gruplara ait emisyon değerlerinin E1 sınıfı sınırları arasında olduğu tespit edilmiştir. E1 emisyonu sınıfı 2-8 mg/100g arasındaki değerleri içermektedir.

## BÖLÜM 4

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, levha fabrikalarında atık olarak ortaya çıkan melamin emdirilmiş atık kaplama kağıtları (M), yonga levha üretiminde hammadde olarak normal yonga ile karışım halinde kullanılmıştır. Atık melamin kağıt sadece orta tabakada %1, %3, %5, %7 ve %9 olmak üzere 5 farklı oranda kullanılmıştır. Tutkal olarak tam kuru yonga ağırlığına oranla yüzey tabakalarında %13, orta tabakada ise %7 oranında UF tutkalı kullanılmıştır. Deney levhalarının özgürlük ağırlık değerleri incelendiğinde atık kâğıt kullanımı ile özgül ağırlık değerlerindeki değişim farklılık göstermektedir. Özgül ağırlık değerleri 680-714 kg/m<sup>3</sup> arasında değişmekte olup, bu değerler çalışmanın başında hedeflenen 700 kg/m<sup>3</sup> ile karşılaştırıldığında tolerans değerine uygun olduğu görülmektedir. Tolerans değeri artı eksi 20 kg/m<sup>3</sup> olarak hedeflenmiştir.

Levha gruplarının ortalama rutubet ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 3.3'de verilmiştir. Levha gruplarının kalınlığına şişme sonuçlarının %6,34 ile %6,77 arasında değişen değerler aldığı görülmektedir. Su alma ve kalınlığına şişme değerleri incelendiğinde optimum sonuçların %7 oranında melaminli atık kağıt kullanımında elde edildiği anlaşılmıştır. Yüzey sağlamlığı sonuçlarında artan melaminli atık kağıt kullanımı ile doğrusal olmayan bir değişim olduğu görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre atık melamin kağıt ilavesi ile birlikte levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinde doğrusal olmayan değişimler olduğu gözlemlenmiştir. %7 ve %9 atık melaminli kağıt ilavesinde optimum sonuçların elde edildiği görülmüştür.

Ekonomik değeri hakkında bahsedilecek olursa; orta ölçekli üretim yapan yonga levha fabrikalarında orta tabakada kullanılmak üzere, 1200 ton/yıl atık kağıt miktarı üzerinden yaklaşık 60.000 Türk Lirası daha az bertaraf maliyetiyle birlikte, 120 ton/yıl daha az tutkal ve 2.200 ton/yıl daha az odun hammaddesi olarak hesaplanmıştır. Deneme levhalarının tüm test sonuçları Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Test değerleri.

	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
<b>Yoğunluk<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)</b>	682	680	682	714	709	698
<b>K. Şişme (2h) (%)</b>	14,15	17,92	15,46	14,15	<b>11,85</b>	13,44
<b>Su Alma (2h) (%)</b>	65,2	79,77	73,07	65,2	<b>58,87</b>	61,73
<b>Rutubet (%)</b>	6,34	6,74	6,47	6,34	6,34	6,77
<b>Y. Dik ekme D. (N/mm<sup>2</sup>)</b>	0,78	0,59	0,68	<b>0,78</b>	0,75	0,71
<b>Eğilme D. (N/mm<sup>2</sup>)</b>	15,3	14,34	15,18	15,3	<b>16,37</b>	16,08
<b>Eğilme Elastikiyet Modül. D. (N/mm<sup>2</sup>)</b>	2874	2618	2786	2874	<b>2900</b>	2888
<b>Vida Tutma D. (N)</b>	1099	925	1003	<b>1099</b>	1079	1113
<b>Yüzey Sağlamlığı D. (N/mm<sup>2</sup>)</b>	1,51	1,33	1,44	1,51	<b>1,59</b>	1,39
<b>Formaldehit Emisyon Değeri (mg/100gr)</b>	6,06	6,14	6,37	6,46	6,69	6,99

## KAYNAKLAR

- Alpár, T. L. ve Winkler, A. (2006). Recycling of Impregnated Décor Paper in Particleboard. *Acta Silvatica Et Lignaria Hungarica*, 2, 113-116.
- Ateş. S., Akyıldız, M. H., Vurdu, H. ve A. (2007). Türkiye’de Orman Kesim Artıkları Ve Değerlendirilmesi. *Kastamonu: Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1), 93-103
- Avcı, E. (2007). Türkiye’de Üretilen Yonga ve Lif Levhaların Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin TS EN Standartlarına Uygunluğunun ve Tutarlılığının Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,. Muğla: Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, 162s
- Ayboğa, H. ve Ö. (2015). Ürün Yaşam Seyrinde Geri Dönüşümün Öneminin Teorik Çerçeve İncelenmesi. *Journal Of Marmara University Social Sciences Institute. Öneri*, 11(44)
- Ayrılmış, N. (2012). Enhancement of dimensional stability and mechanical properties of light MDF by adding melamine resin impregnated paper waste. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 33, 45-49.
- Başboğa, İ. H., Bozkurt, F., Atar, İ. ve Mengeloğlu, F. (2017). Different Types of Waste Melamine Impregnated Paper (MIP) in Particleboard Manufacturing. *Pro Ligno*, 13(1), 27-31.
- Başboğa, İ. H., Atar, İ., Karakuş, K., Yüce, Ö. ve Mengeloğlu, F. (2018). Effectiveness of melamine impregnated paper (MIP) waste as an adhesive in particleboard manufacturing. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 18 (3), 292-303.
- Biçer, A. (2014). Sodyum karboksimetilselüloz (Na-CMC) modifiyeli yonga levha üretimi. *Bartın*
- Bozkurt, A. Y. ve G. (1985). Yonga Levha Endüstrisi Ders Kitabı. Ü Orman Fakültesi Yayınları, İÜ Yayın, (3311).
- Budakçı, M. ve A. (2011). Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi. *Politeknik Dergisi*. 14(1), 63-71.
- Çavdar, A. D., Yel, H., Kalaycıoğlu ve H. Hiziroglu, S. (2013). Effect of waste melamine impregnated paper on properties of oriented strand board.



- Çelik, S. (2017). Motorlu testere talaşının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi. Bartın: Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 10-22.
- Dayanıklıoğlu, S. (2004). Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. . İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı: Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programı, İstanbul, 9-10.
- Demirkır, C. ve Çolak, S.,. (2006). Odun kökenli atıkların levha endüstrisinde yeniden kullanım imkanları.
- Engür, O. ve Kartal, N. (2001). Orman ürünleri endüstrisinde çevre kirliliği ve kontrolü. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 51(2), 43-52.
- Filiz, M., Pınar U., ve Ş. (2011). Melamin, Üre Formaldehit Tutkalı, Kızılçam Ve Çay Atıkları İle Elde Edilen Yonga Levhanın Bazı Teknik Özelliklerinin Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 15(2), 88-93.
- Fur, X.L., Galhac, M., Zanetti, M. ve P. (2004). Recycling melamineimpregnated paper waste as board adhesives. *Holz Roh werkst*, 62:419-423. doi:10.1007/s00107-004-0519-5.
- Geçgel, A. (2010). Bağ Budama Artıklarından Elde Edilen Yonga Levhaların Çeşitli Malzemeler İle Güçlendirilerek Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Geliştirilmesi. Muğla: Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mobilya ve Dekorasyon Eğitim Anabilim Dalı, 10-22.
- Gözalın, M. (2016). Yonga levhalarda parafin kullanım miktarının optimizasyonu üzerine araştırmalar. Bartın: Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü: Yüksek Lisans Tezi, 10-22
- Güler, C. ve S. (2016). Yongalevha Fabrikasının Çalışma Prensibi ve Farklı Presleme Tekniğinin Levha Kalitesi Üzerine Etkisi. *Düzce Üniversitesi Ormanlık Dergisi*, 12(1): 1-10.
- Güler, C. ve S. (2018). The effect of storage periods on the technological properties of particleboards. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 20(1), 87-95.
- Gürer, C., Akbulut, H. ve K. (2004). İnşaat endüstrisinde geri dönüşüm ve bir hammadde kaynağı olarak farklı yapı malzemelerinin yeniden değerlendirilmesi. V. Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, 28-36.
- Huş, S. (1977). Ağaç malzeme tutkalları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1-11.
- İstek, A. ve Sıradağ, H. (2013). The effect of density on particleboard properties. ICFS, International Caucasion Forestry Symposium. Artvin, pp: 932-938.

- Kozak, M. (2010). Tekstil atıkların yapı malzemesi olarak kullanım alanlarının araştırılması. . *Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6(1), 62-70.
- Kurtoğlu, A. ve Ü. (1991). Parkelerde Yüzey İşlemi. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 41(3-4), 39-46.
- Kutluata, N. Ö. (2018). Melamin Ve Üre Reçinesi İle Emprenye Edilmiş Atık Kâğıtların Hdf Üretimine İlavesi İle Boyutsal Kararlılık Ve Mekanik Özelliklerin İyileştirilmesi,. Kastamonu: Yüksek Lisans Tezi (Yayınlanmamış).
- Le Fur, X., Galhac, M., Zanetti, M. ve Pizzi, A. (2004). Recycling melamine-impregnated paper waste as board adhesives. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 62(6), 419-423.
- Mengeloğlu, F. ve A. (2002). Buğday saplarının kompozit levha üretiminde kullanılması. *KSÜ Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(2), 37-48.
- Nemli, E. (2000). Çevreye duyarlı işletmecilik ve Türk sanayiinde çevre yönetim sistemi uygulamaları. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası, Çevre Şubesi.
- Nemli, G. (1995). Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik özellikleri Üzerine Etkileri, Trabzon, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü: Doctoral dissertation, Yüksek Lisans Tezi, 14.
- Nemli, G. (2003). Sentetik Laminat Endüstrisi. Trabzon: KTÜ Orman Fakültesi Yayınları. Ders teksirleri Serisi. No: 71 Trabzon. 101 s.
- Olgun, Ç. A. (2014). Çeşitli Atık Kağıtların Mdf Üretim Sürecinde Hammadde Olarak Değerlendirilmesi. Isparta.
- Örs, Y. A. (2000). Asma saplarının yonga levha üretimine uygunluğu. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 50(2), 77-92.
- Özen, R. (1980). Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Notları: 30.
- Tayyar, A. E. (2010). Geri Kazanılmış Pet'in Kullanımı. . Pamukkale University Journal of Engineering Sciences, 16(1).
- Topbaşlı, B. (2017). Lavanta sapı ve muz kabuğu kullanılarak üretilen yonga levhaların karşılaştırılması. . *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 7(1), 47-53.
- TS 2129, (2012). Odun Lifi Levhaları ve Yonga Levhaları, Terimler ve Tarifler, T.S.E., Ankara.
- TS EN 309, (2008). Yonga-levhalar, Tarif ve Sınıflandırma, T.S.E., Ankara.
- TS EN 312-1, (2005). Yonga levhalar, Bölüm 1: Bütün levhalar için genel özellikler, TSE, Ankara.

- TS EN 312-3, (2005). Yonga levhalar, Bölüm 3: Kuru şartlarda kapalı ortamlarda kullanılan (mobilya dâhil) yonga levhaların özellikleri, TSE, Ankara.
- TS EN 317, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar, Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 319, (1999). Yonga levhalar ve lif levhalar, Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 320, (2011). Yonga levhalar ve lif levhalar, Vida tutma mukavemetinin tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 326-3, (2005). Ahşap esaslı levhalar, Numune alma, kesme ve muayene, Bölüm 3: Ayrılan bir levha partisinin muayenesi. TSE, Ankara.
- Türkoğlu, T., Baysal, E., Ergun, M. E., Toker, H., Y. (2015). Orman ürünleri işletmelerinde odunsu atık yönetimi uygulamalarının değerlendirilmesi. *Selçuk-Teknik Online Dergisi*, Özel sayı 1: 517-529.
- URL-1 (2019). Laminat Parke: <http://www.alplam.com.tr/laminat-parke> adresinden alındı, (03.02.2019).
- Yeniocak, M. (2008). Bağ Budama Artıklarının Yonga Levha Üretiminde Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Muğla Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Muğla: Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, 87 s.

## EKLER

**EK 1:** Yoğunluk değerlerine ait ham veriler.

Ölçüm sayısı	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )					
	Kontrol	% 1 M	% 3 M	% 5 M	% 7 M	% 9 M
1	677	669	677	699	741	622
2	675	667	671	718	728	713
3	693	675	686	732	713	740
4	693	676	695	709	677	782
5	661	709	674	699	778	662
6	684	685	686	722	684	701
7	685	657	677	732	705	705
8	672	693	693	717	752	649
9	690	694	682	753	728	724
10	699	669	682	686	665	706
11	667	667	-	698	668	677
12	687	-	-	697	664	698
Ort	682	680	682	714	709	698
Sd	11,57	16,29	7,90	19,20	37,75	42,37

**EK 2:** Kalınlığına şişme (2h) değerlerine ait ham veriler.

<b>Kalınlığına şişme (2h) (%)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	17,32	17,78	16,90	16,20	14,44	8,99
2	17,95	16,11	15,88	14,53	12,22	11,80
3	17,60	16,67	15,32	15,08	11,67	17,42
4	17,32	21,50	15,88	13,97	12,78	16,85
5	17,10	17,90	16,43	14,53	13,33	12,92
6	17,88	18,89	16,11	15,08	11,11	6,74
7	17,90	17,50	18,33	13,41	9,44	14,04
8	17,50	17,50	13,33	13,97	11,67	16,29
9	18,44	15,10	13,50	11,73	12,78	15,17
10	20,11	18,89	13,33	13,97	10,00	14,04
11	17,32	18,90	14,44	15,08	8,89	11,80
12	18,44	18,33	16,11	12,29	13,89	15,17
Ort	17,91	17,92	15,46	14,15	11,85	13,44
Sd	0,84	1,73	1,58	1,25	1,74	3,21

**EK 3:** Su alma (2h) değerlerine ait ham veriler.

<b>Su alma (2h) (%)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	70,71	82,53	74,05	67,26	56,78	50,62
2	68,73	83,57	79,29	70,44	66,10	61,15
3	62,14	75,16	76,78	69,34	68,73	54,78
4	73,09	82,04	75,91	66,60	51,79	68,16
5	77,18	82,20	78,88	73,51	52,52	73,01
6	60,52	80,40	71,74	65,84	65,06	39,65
7	71,51	76,58	77,49	57,65	51,43	67,48
8	61,42	78,85	66,70	59,46	52,86	66,54
9	65,83	78,01	64,56	55,28	69,79	72,69
10	64,57	78,34	65,18	67,07	54,03	63,95
11	66,56	80,10	78,64	63,93	64,76	62,41
12	67,76	79,49	67,64	66,01	52,62	60,34
Ort	67,50	79,77	73,07	65,20	58,87	61,73
Sd	5,05	2,53	5,65	5,33	7,33	9,60

**EK 4:** Rutubet değerlerine ait ham veriler.

<b>Rutubet (%)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	6,38	7,33	6,24	6,25	6,10	6,63
2	6,74	6,43	6,35	5,94	6,29	7,19
3	6,57	6,85	6,72	6,21	6,55	6,71
4	6,55	6,51	6,50	6,59	6,82	6,50
5	6,43	6,77	6,63	6,69	7,12	7,05
6	6,76	6,56	6,40	6,36	6,55	6,52
Ort	6,34	6,74	6,47	6,34	6,57	6,77

**EK 5:** Yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait ham veriler.

<b>Yüzeye dik çekme direnci (N/mm<sup>2</sup>)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	0,75	0,62	0,61	0,75	0,77	0,80
2	0,72	0,59	0,56	0,80	0,87	0,61
3	0,65	0,66	0,71	0,88	0,92	0,57
4	0,71	0,62	0,80	0,76	0,67	0,78
5	0,68	0,54	0,71	0,72	0,73	0,81
6	0,74	0,65	0,77	0,75	0,63	0,81
7	0,68	0,59	0,56	0,79	0,76	0,75
8	0,77	0,56	0,54	0,82	0,87	0,56
9	0,73	0,62	0,72	0,97	0,89	0,57
10	0,77	0,60	0,76	0,68	0,62	0,76
11	0,71	0,48	0,79	0,73	0,70	0,70
12	0,81	0,59	0,69	0,66	0,61	0,77
Ort	0,71	0,59	0,68	0,78	0,75	0,71
Sd	0,05	0,04	0,09	0,08	0,11	0,10



**EK 6:** Eğilme direnci değerlerine ait ham veriler.

<b>Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	16,68	13,82	13,73	15,67	14,04	16,11
2	14,73	16,10	15,03	17,29	19,85	17,29
3	17,83	13,00	16,53	14,46	14,61	13,89
4	14,19	16,06	15,47	15,74	17,51	13,58
5	15,81	14,88	16,23	16,79	16,83	17,63
6	12,91	14,65	15,10	13,89	16,43	15,98
7	16,01	13,30	12,07	13,65	13,97	17,96
8	14,60	15,60	15,80	17,90	19,33	16,05
9	15,44	11,83	15,87	13,38	14,80	12,03
10	18,34	15,63	15,10	16,45	17,90	14,83
11	15,98	13,50	15,43	14,97	16,33	20,55
12	17,02	13,73	15,77	13,45	14,83	17,04
Ort	15,78	14,34	15,18	15,30	16,37	16,08
Sd	1,54	1,36	1,20	1,56	2,00	2,29

**EK 7:** Eğilmede elastikiyet modülü direnci değerlerine ait ham veriler.

<b>Eğilmede elastikiyet modülü direnci (N/mm<sup>2</sup>)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	3123	2316	2611	2966	2613	2912
2	2841	2874	2988	2950	3030	3012
3	2924	2318	2711	2844	2812	2884
4	2738	2774	2856	2762	3103	2913
5	2903	2618	2655	2856	2818	2878
6	2597	2563	2784	2988	2713	2664
7	3163	2467	2435	2715	2858	3174
8	2907	3003	3135	3235	3270	2908
9	3018	2441	2803	2671	2644	2444
10	3319	2779,00	2808	2911	3163	2821
11	3024	2700,00	2750	2859	2962	2993
12	3180	2563,00	2893	2735	2818	3057
Ort	2978	2618	2786	2874	2900	2888
Sd	202,52	215,77	180,31	153,36	207,55	188,36

**EK 8:** Vida tutma direnci değerlerine ait ham veriler.

<b>Vida tutma direnci (N)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	1020	1085	889	978	1110	1064
2	1102	912	912	1065	1196	1256
3	1125	856	1002	1278	952	1009
4	1080	957	960	1045	1090	1009
5	1120	897	1058	1189	1231	1363
6	1148	843	1194	1038	897	979
Ort	1099	925	1003	1099	1079	1113
Sd	45,01	88,38	111,92	111,87	132,00	158,04

**EK 9:** Yüzey sağlamlığı direnci değerlerine ait ham veriler.

<b>Yüzey sağlamlığı direnci (N/mm<sup>2</sup>)</b>						
<b>Ölçüm sayısı</b>	<b>Kontrol</b>	<b>% 1 M</b>	<b>% 3 M</b>	<b>% 5 M</b>	<b>% 7 M</b>	<b>% 9 M</b>
1	1,20	1,34	1,22	1,32	1,61	1,66
2	1,16	1,36	1,52	1,42	1,71	1,13
3	1,15	1,39	1,43	1,61	1,47	1,19
4	1,20	1,13	1,31	1,51	1,51	1,51
5	1,20	1,43	1,25	1,33	1,48	1,06
6	1,10	1,44	1,48	1,29	1,63	1,66
7	1,20	1,34	1,33	1,57	1,75	1,27
8	1,13	1,24	1,71	1,68	1,84	1,83
9	1,15	1,36	1,61	1,73	1,64	1,17
10	1,16	1,03	1,41	1,72	1,26	1,46
11	1,20	1,49	1,56	1,56	1,82	1,04
12	1,15	1,41	1,50	1,38	1,41	1,74
Ort	1,17	1,33	1,44	1,51	1,59	1,39
Sd	0,02	0,13	0,14	0,15	0,17	0,28

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Enes ÖZ  
Doğum Yeri - Tarihi : Kastamonu - 03/11/1990

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Kastamonu Üniversitesi Orman Endüstri Mühendisliği  
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi  
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

### İş Deneyimi

Stajlar : Kronospan San. ve Tic.A.Ş.  
Dortek Kapı San. ve Tic. A.Ş.  
Kurs Belgeleri : Türk Hava Kurumu (Model Uçak Rehber Öğretmeni-  
Yamaç paraşüt Pilotu)  
Çalıştığı Kurumlar : Taşköprü Orman Ürünleri (Ekol Kontrplak)  
Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş.

### İletişim

E-Posta Adresi : aghens@hotmail.com

Tarih : 05/12/2019 (Tez Savunma Tarihi)