



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

**EVSEL VE ENDÜSTRİYEL AHŞAP ATIKLARINDAN ÜRETİLEN
YONGA LEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

GÖKHAN CEYHAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. CENGİZ GÜLER**

DÜZCE, 2019



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

**EVSEL VE ENDÜSTRİYEL AHŞAP ATIKLARINDAN ÜRETİLEN
YONGA LEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI**

GÖKHAN CEYHAN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. CENGİZ GÜLER**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EVSEL VE ENDÜSTRİYEL AHŞAP ATIKLARINDAN ÜRETİLEN
YONGA LEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
ARAŞTIRILMASI

Gökhan CEYHAN tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında, **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Bülent KAYGIN

Bartın Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Halil İbrahim ŞAHİN

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 26/07/2019

BEYAN

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

26 Temmuz 2019

Gökhan CEYHAN

TEŞEKKÜR

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

Bu çalışma boyunca hep yanımda ve destekçim olan eşim Pınar CEYHAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Hayatımın her evresinde örnek aldığım, sosyal, akademik ve iş hayatımdaki başarılarımın mimarı olan abim Emre CEYHAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca maddi manevi yardımlarını ve desteklerini hiç esirgemeyen tüm aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkür ederim.

26 Temmuz 2019

Gökhan CEYHAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
ÇİZELGE LİSTESİ	ix
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER	xi
ÖZET	xii
ABSTRACT	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. YONGA LEVHA HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	1
1.2. YONGA LEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI.....	3
1.3. ÜLKEMİZDE LEVHA ENDÜSTRİSİNİN SEKTÖREL DURUMU	5
1.4. KASTAMONU ENTEGRE AĞAÇ SANAYİ VE TİC. A.Ş.....	8
1.5. YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER	9
1.5.1. Ağaç Malzeme.....	9
1.5.2. Yıllık Bitkiler	10
1.5.3. Ahşap Geri Dönüşüm Malzemeleri	11
1.5.4. Kimyasal Maddeler	13
1.5.4.1. Organik Tutkallar	13
1.5.4.2. Termoplastik Tutkallar.....	22
1.5.4.3. Doğal Tutkallar.....	23
1.5.4.4. Anorganik Tutkallar	25
1.5.5. Katkı Maddeleri	26
1.5.5.1. Sertleştirici Maddeler	26
1.5.5.2. Hidrofobik Maddeler.....	27
1.5.5.3. Koruyucu Maddeler	27
1.6. YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ.....	28
1.6.1. Hammaddenin Depolanması	31
1.6.2. Kaba Yongalama	31
1.6.3. İnce Yongalama	32
1.6.4. Yonga Kurutma.....	33
1.6.5. Yongaların Tutkallanması.....	35
1.6.6. Serme	36
1.6.7. Presleme	37
1.6.8. Ebatlama	38
1.6.9. Klimatize Etme	38
1.6.10. Zımparalama	39
1.6.11. Levhaların Tasnif Edilmesi ve Sınıflandırılması.....	40
2. MATERYAL VE YÖNTEM	41

2.1. MATERİYAL	41
2.1.1. Deneme Levhaların Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	41
2.1.1.1. Evsel ve Endüstriyel Ahşap Atıklar.....	41
2.1.1.2. Hidrofobik Madde.....	42
2.1.1.3. Sertleştirici Madde.....	42
2.1.1.4. Tutkal	43
2.2. YÖNTEM	43
2.2.1. Deneme Levhaların Üretimi.....	43
2.2.2. Araştırma Yöntemi	48
2.2.2.1. Fiziksel Özellikler	48
2.2.2.2. Mekanik Özellikler	52
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	56
3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER.....	56
3.1.1. Yoğunluk.....	56
3.1.2. Rutubet.....	57
3.1.3. Kalınlığına Şişme Oranı	58
3.1.4. Su Alma Miktarı.....	60
3.1.5. Formaldehit Emisyonu	61
3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER.....	62
3.2.1. Levhaların Yüzeyine Dik Çekme Direnci	62
3.2.2. Eğilme Direnci	64
3.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü	65
3.2.4. Vida Tutma Direnci(Kenar).....	66
3.2.5. Vida Tutma Direnci(Yüzey)	67
3.2.6. Yüzey Sağlamlığı Direnci	69
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	71
5. KAYNAKLAR.....	75
ÖZGEÇMİŞ.....	80

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1. Ahşap Atık Malzemeleri-1	11
Şekil 1.2. Ahşap atık Malzemeleri-2.	12
Şekil 1.3. Genel Yonga Levha İş Akışı	29
Şekil 1.4. Ahşap Atıklarından Üretilen Yonga Levha İş Akışı.....	30
Şekil 1.5. Kaba Öğütme Makinası	32
Şekil 1.6. İnce Yongalama Makinası (Çekiçli Değirmen).....	33
Şekil 1.7. Döner Tamburlu Kurutucu	34
Şekil 1.8. Yıldız Soğutucu	39
Şekil 1.9. Zımpara Makinası Genel Görünüşü	40
Şekil 1.10. Levhaların İstiflenmesi	40
Şekil 2.1. Kaba Öğütme Makinası	44
Şekil 2.2. Çekiçli Değirmen.....	45
Şekil 2.3. Döner Tamburlu Kurutucu	46
Şekil 3.1. Levhaların Ortalama Yoğunluk Değerleri	56
Şekil 3.2. Levhaların Ortalama Rutubet Değerleri	58
Şekil 3.3. Levhaların Ortalama Kalınlık Artımı Değerleri.	59
Şekil 3.4. Levhaların Ortalama Su Alma Değerleri.....	61
Şekil 3.5. Levhaların Ortalama Formaldehit Emisyonu Değerleri.	62
Şekil 3.6. Levhaların Ortalama Çekme Direnci Değerleri.....	63
Şekil 3.7. Levhaların Ortalama Eğilme Direnci Değerleri	64
Şekil 3.8. Levhaların Ortalama Eğilmede Elastikiyet Modülü Değerleri.....	65
Şekil 3.9. Levhaların Ortalama Vida Tutma direnci-Kenar Değerleri.....	67
Şekil 3.10. Levhaların Ortalama Vida Tutma direnci-Yüzey Değerleri.....	68
Şekil 3.11. Levhaların Ortalama Vida Tutma direnci-Kenar Değerleri.....	69
Şekil 3.12. Levhaların Ortalama Vida Tutma direnci-Kenar Değerleri.....	70

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Türkiye 2010-2015 arası üretim miktarları (m ³ /yıl).....	6
Çizelge 1.2. Türkiye’de 2010-2015 arası ithalat verileri (m ³ /yıl).....	7
Çizelge 1.3. Türkiye’de 2010-2015 arası hracat verileri (m ³ /yıl).....	8
Çizelge 2.1. Kullanılan Malzemenin Rutubet ve Yoğunluk Değerleri.....	41
Çizelge 2.2. Kullanılan Parafin Emülsiyonunun Özellikleri	42
Çizelge 2.3. Kullanılan Sertleştirici Çözeltilisinin Özellikleri .	42
Çizelge 2.4. Kullanılan Üre Formaldehit Tutkalı Özellikleri.	43
Çizelge 2.5. Levhaların Üretim Şartları.....	47
Çizelge 2.6. Levhaların Üretim Reçetesi.....	47
Çizelge 2.7. Yonga levhaların Formaldehit Emisyonu Sınıflandırılması.....	51
Çizelge 3.1. Levhaların Yoğunluk Analiz Değerleri	56
Çizelge 3.2. Levhaların Rutubet Analiz Değerleri.	57
Çizelge 3.3. Levhaların Şişme Analiz Değerleri	59
Çizelge 3.4. Levhaların Ortalama Su Alma Analiz Değerleri	60
Çizelge 3.5. Levhaların Formaldehit Emisyonu Analiz Değerleri .	62
Çizelge 3.6. Levhaların Yüzeye Dik Yönde Çekme Direnci Analiz Değerleri	63
Çizelge 3.7. Levhaların Eğilme Direnci Analiz Değerleri.....	64
Çizelge 3.8. Levhaların Elastikiyet Modülü Analiz Değerleri	65
Çizelge 3.9. Levhaların Vida Tutma direnci-Kenar Analiz Değerleri....	66
Çizelge 3.10. Levhaların Vida Tutma-Yüzey Analiz Değerleri.....	67
Çizelge 3.11. Levhaların Vida Tutma Direnci-Yüzey Analiz Değerleri	68
Çizelge 3.12. Levhaların Yüzey Sağlamlığı Analiz Değerleri	69

KISALTMALAR

DT	Dış Tabaka
FA	Serbest formaldehit miktarı
FF	Fenol Formaldehit
HDF	High Density Fiberboard
MUF	Melamin Üre Formaldehit
OSB	Oriented Structural Board
OT	Orta Tabaka
PB	Particalboard
RF	Resorsin Formaldehit
Ü	Üre
ÜF	Üre Formaldehit
X_{ort}	Ortalama
X_{min}	Minimum
X_{max}	Maximum

SİMGELER

F	Fenol
G	Gram
Kg	Kilogram
M	Melamin
MG	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
N	Newton
PVA	Polivinil asetat
PVC	Polivinil klorür
°C	Santigrat derece
S ²	Varyans
R	Regrasyon
S	Standart sapma
V	Varyasyon Katsayısı

ÖZET

EVSEL VE ENDÜSTRİYEL AHŞAP ATIKLARINDAN ÜRETİLEN YONGA LEVHANIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Gökhan CEYHAN

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Temmuz 2019, 79 sayfa

Orman kaynaklarımızdan yeterli miktarda hammadde sağlamada ki güçlükler, odun esaslı levha endüstrisinde alternatif kaynakların kullanılmasını ve geri dönüşümünün endüstriye kazandırılması zorunlu hale gelmiştir. Bu çalışmada %100 evsel ve endüstriyel ağaç malzeme atıklarından elde edilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri incelenmiştir. Levhalar özel bir firmanın yurtdışı fabrikasında gerçek üretim şartlarında yapılmıştır. 18 mm kalınlıkta ve hedeflenen 0,69 g/cm³ yoğunluktaki levhaların üretimleri fabrikasyon ortamında % 65’lik üre formaldehit tutkalı ile gerçekleştirilmiştir. İlgili standartlara göre örnekler elde edilerek fiziksel özelliklerden yoğunluk, kalınlık artımı, su alma miktarı ve levha rutubeti, mekanik özelliklerden ise eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzey sağlamlığı ve yüzeye dik yönde çekme direnci testleri yapılmıştır. Ayrıca formaldehit emisyon miktarı da tespit edilmiştir. Elde edilen veriler TS EN 312 standardına uygunluğu açısından irdelenmiştir. Sonuçta tamamen geri dönüşümden elde edilen evsel ve endüstriyel hammadde kaynaklarının yonga levha üretiminde değerlendirilebileceği ve hammadde açığına önemli bir çözüm sağlayacağı öngörülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Evsel ahşap atık, yonga levha, geri dönüşüm, fiziksel ve mekanik özellikler

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARD PRODUCTION FROM DOMESTIC AND INDUSTRIAL WOOD WASTE

Gokhan CEYHAN

Duzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Industry

Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz GULER

July 2019, 79 pages

Our forest resources cannot provide sufficient raw materials. For this reason, it is obligatory to use alternative sources in the wood based panel industry and to provide recycling to the industry. In this study, some technological properties of composite materials obtained from % 100 domestic and industrial wood material wastes were investigated. 18 mm thickness and target 0,69 g/cm³ density particleboard were produced with 65% urea formaldehyde resin in the factory environment. Samples were obtained according to the relevant standards. Physical properties; density, thickness swelling, water uptake were determined and board moisture, Also mechanical properties bending strength, modulus of elasticity, surface strength and tensile strength perpendicular to the surface were tested. The data has been examined for compliance with TS EN 312 standard. As a result, domestic and industrial wastes raw sources obtained from recycling can be utilized in the production of particleboard. It is also foreseen that it will provide a solution to the raw material deficit.

Keywords: Household wood waste, particleboard, recycling, physical and mechanical properties

1. GİRİŞ

1.1. YONGA LEVHA HAKKINDA GENEL BİLGİLER

Gelişen ve artan dünya nüfusu ile birlikte, sosyal koşulların gelişmesine paralel olarak orman ürünlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Diğer yandan orman varlığının dünya üzerinde sürekli azaldığı göz önüne alındığında odun hammaddesi maliyeti her geçen gün artmaktadır.

Ormancılık sektöründe ihtiyacı karşılamak için ormanlardan elde edilen tüm malzemelerin neredeyse tamamına yakın bir kısmının değerlendirilmesi gerekmektedir. Ancak günümüzde orman varlığının ilerleyen yıllarda gireceği dar boğaz açıkça görülmektedir. Bu yüzden odun ve lignoselülozik materyaller dışında işlenmiş ahşap geri dönüşümüne geçişin hızlanması kaçınılmazdır.

Ahşap ürün geçmişine bakıldığında masif ahşap ürünler yoğun bir şekilde kullanılmış ve şuanda da kullanılmaya devam etmektedir. Ancak masif malzemeyi işleyebilmenin ve uygun hammaddeyi bulmanın zorluğuyla beraber, maliyetinin yüksek olmasına karşı yük dayanımlarının her yerinde homojen olmaması, mikroorganizmalara, mantarlara karşı mukavemetinin az olması, görsel anlamda ihtiyaca cevap verememesi vb. sebeplerin sonucunda yonga levha, lif levha ve tabakalı ağaç malzeme gibi alternatif ürünler ortaya çıkmıştır. Bu tür kompozit malzemelerin üretiminde masif odun üretimine göre daha stabil ürünler elde edilebildiği gibi tüm odun türevlerinin, çeşitli endüstri atıklarının, bitkisel atıkların ve günümüzde işlenmiş ahşap geri dönüşüm malzemelerinin kullanılmasına imkan sağladığından önem kazanmıştır.

Yonga levha, birçok kullanım alanı için istenilen standartlarda mekanik ve fiziksel özellikleri taşımaları, istenilen boyutlarda ve kalınlıklarda üretilibilmeleri, mekanik ve kimyasal olarak diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilmeleri, homojen yüzeyde olmaları, kimyasal koruyucu maddelerle mantar ve böceklerle karşı direnç kazanabilmeleri ve su itici maddelerle hidrofobik özellik kazandırılabilmesi, odun atıkları, yıllık bitkiler gibi lignoselülozik ve lignoselülozik olmayan materyallerin ahşap atıklarının hammadde olarak kullanılabilmesi, yerine kullanıldığı diğer ürünlerden daha az maliyetli ve istenilen yüzey deseni ve çeşitli özelliklere sahip olmalarından dolayı üretimine her geçen gün artış göstermektedir.

Hammadde olarak %100 evsel ve endüstriyel ahşap atıklarından üretilen yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırıldığı bu çalışmada günümüzdeki dünya orman varlığının azalmasından dolayı ahşap geri dönüşüme yönelebilirliğin belirlenmesine ışık tutacaktır. Günümüz mobilya sektörünün kalite beklentilerinin ne derece karşılanabileceği belirlenmesi gerekmektedir. Yonga levha üretimi özel bir firmanın yurtdışı fabrikasında gerçek üretim şartlarında yapılmıştır. Üretim fiili bir yonga levha tesisinde yapılmış olduğundan daha sonuç odaklı bir çalışma olacaktır. Yurt içinde ahşap geri dönüşümünün kısıtlı bir alanı olduğundan yapılacak bu çalışma ilerleyen yıllarda ülkemizin kaçınılmaz olan ahşap geri dönüşüm sürecine de yardımcı olacaktır. Üretim esnasında ahşap atık malzeme olarak günlük hayat içerisinde kullandığımız tüm ürünleri kapsamaktadır. Örnek vermek gerekirse masa, sandalye, koltuk gibi aklınıza gelebilecek tüm mobilya atıkları, endüstriyel olarak palet, yonga levha, mdf, osb, kereste atıkları, yani kısacası işlenmemiş odun hariç tüm atıklar bu üretimde hammadde olarak kullanılmıştır. Ahşap atıklarının endüstriyel katma değerli bir ürün olarak tekrar sisteme kazandırılması dünya orman varlığının da en büyük koruyucusu olacaktır. Ülkemiz ekonomisi açısından ahşap atıklarının aktif üretime dahil edilmesi sektörümüzdeki büyük firmaların yurt dışından odun hammaddesi alımını azaltacak ve firmaların karlılığı ile ülkemizdeki önemli bir ithalat kaleminde ki cari açığı da azaltacaktır.

Yonga levha üretiminde orman bakım, aralama çalışmalarından elde edilen ince çaplı odunlar, kereste endüstrisi atıkları ve ahşap geri dönüşüm malzemeleri kullanılabilir. Böylece yonga levhanın orman varlığının bir koruyucusu ve kereste yerine ikame oluşuyla tercih edilirliliği hızla artmaktadır. Özellikle bu çalışmanın konusu olan ve ülkemize göre yurt dışında daha yaygınlaşmış olan evsel ve endüstriyel ahşap atıklarının üretime daha fazla dahil edilebilmesi bu çalışmanın ana amacını oluşturmaktadır. Ülkemizde kağıt, plastik, cam, tekstil gibi materyallerin atık toplama ve geri dönüşüm sistemleri oldukça gelişmiş aktif olarak piyasaya katma değerli ürünler üretmektedir. Fakat ahşap atık toplama ağı henüz gelişim gösterememiştir. İlerleyen yıllarda levha sektöründe işlenmiş atık ahşap ürünlerinin tekrar geri kazanılması ile üretime dönüştürülmesi sağlanmalıdır. Ayrıca standartlara uygun levha üretilebilmesi için mevcut yonga levha üretim sisteminde yonga hazırlama evresinde atıkların içerisinden metal, plastik, tekstil ürünlerinin bertarafının sağlanabilmesi için revize edilmeside gerekecektir. Bu çalışmada levha üretimleri Kastamonu Entegre A.Ş. /İTALYA fabrikasında gerçekleştirilmiş ve %100 atık ahşap malzemeleri kullanılmıştır.

1.2. YONGA LEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

1957 yılında FAO tarafından yonga levha; küçük odun parçalarından ya da diğer lignoselülozik hammaddelerden (yonga, ince odun talaşı, kıymık, lif vb.) üretilen bir malzeme olup, bir organik yapıştırıcı ile birlikte sıcaklık ve basınç altında ve katalizör olarak rutubet gibi etkenlerin bir arada kullanılmasıyla elde edilen levhalardır (FAO 1957).

BS 1811 (1969)'e göre odun veya diğer lignoselülozik lifli materyalin bir tutkal ilavesi ile veya tutkalsız olarak hidrolik bağlayıcıların meydana getirdiği bir yapışma ile şekillendirilmesi sonucu oluşan levhalardır (BS 1811, 1969).

TS-EN 309 (1999)'a göre, ahşap yonga levhalar; odun parçalarından (odun parçaları, yonga, testere talaşı, rende talaşı vb.) ve/veya lignoselülozik malzemelerden (keten, kenevir ipliği, suyu çıkarılmış şeker kamışı posası vb. odunlaşmış bitkilerden) elde edilen yongaların tutkallandıktan sonra, sıcak preslenmesiyle elde edilen levhalardır (TS-EN 309, 1999).

Özen (1980)'e göre ise yonga levha; odun ve odunlaşmış bitkilerden üretilen belirli özelliklerdeki yongaların çeşitli yapıştırıcı maddeler ile tutkallanması ve bunların basınç ve sıcaklık etkisinde yapıştırılmasıyla üretilen bir malzemedir (Özen, 1980).

Yonga levha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilmiş yongaların tutkallı ya da tutkalsız olarak yüksek basınç ve sıcaklık altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzeyli levhalardır.

Yonga levhalar belirli özelliklerine göre sınıflandırılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012; Güler, 2015).

1. Özgül ağırlıklarına göre;

- Düşük özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,590 \text{ gr/cm}^3$ ' ten daha düşük olan levhalardır.
- Orta özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,590-0,800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.
- Yüksek özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,800 \text{ gr/cm}^3$ ' ten daha fazla olan levhalardır.

2. Tabaka sayılarına göre;

- Tek tabakalı (homojen) yonga levhalar

- Üç tabakalı yonga levhalar
- Çok tabakalı yonga levhalar

3. Yonga levhalar preslenme yöntemlerine göre iki sınıfa ayrılır

- Yatay yongalı levhalar: Yongalar levha yüzeyine paralel şekilde durmaktadır. Preslemede ise basınç levha yüzeyine dik olacak şekilde uygulanmaktadır.
- (Okal): Dik yongalı levhalar Bu tip levhalarda ise pres basıncı levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır ve yonga yönü levha yüzeyine paralel şekildedir.

4. Yonga büyüklüğüne ve geometrisine göre yonga levhaları dört sınıfa ayırabiliriz

- (Particleboard)Normal yonga levhalar: Bu tip yonga levhalarda kalınlıkları 0,25-0,40 mm, genişlikleri 2-6mm ve uzunlukları 10-25mm'ye kadar olan yongalar kullanılmaktadır.
- (Waferboard): Etiket yongalı levhalar Ortalama olarak kalınlıkları 0,5-0,7mm, uzunluğu 35-75mm ve 25-40mm genişliğindeki yongalara Wafer, bunlardan üretilen levhalara ise Waferboard denilmektedir. Genellikle Kuzey Amerika'da çatı ve iç duvar kaplaması olarak kullanılan önemli bir yapı malzemesidir.
- (Flakeboard)Şerit yongalı levha: Genişlikleri 9-10mm olan, kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı olan yongalardan üretilen levhalara verilen isimdir.
- (Oriented Structural Board, OSB)Yönlendirilmiş yongalı levha: Yonga uzunlukları 38-63mm, genişlikleri 6-25mm ve kalınlıkları 0,4-0,8mm' dir. Masif oduna kıyasla daha stabil, budak, çatlak gibi kusurları daha az içermekle beraber, kullanım yerine göre istenilen direnç özelliklerinde üretilebilirler. Özellikle prefabrikler, mobilya yapımları, taban döşemeleri, ev yapımı, çatı ve duvar örtülerinde, depo inşaatlarında, ambalaj sandıklarında ve inşaat kalıp tahtası üretimi gibi bir çok alanda pozitif mekanik özellikleri nedeniyle yapısal olarak tercih edilmektedir.

5. TS EN 312'e (2005) göre, yonga levhalar (TS EN 312, 2005);

- P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar
- P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları için levhalar)
- P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar.
- P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

- P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar
- P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar
- P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

6. Kullanılan bağlayıcıya türüne göre; çimentolu ve sentetik reçineli olarak ayrılmaktadır. Anorganik yapıştırıcı kullanılanlarda hammadde olarak; çimento, tarımsal bitkiler, su ve ağaç yongası ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yonga levhalar böcek ve mantar zararlıları tarafından tahrip edilmemektedir (Bozkurt, 1982). Sentetik reçineli levha üretiminde ise; izosiyanat, fenol formaldehit, üre ve melamin tutkalı kullanılmaktadır.

7. Yüzey kaplama malzemesine göre (Nemli, 2000).

- Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır.
- Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalar: Diallyl phthalate, melamin, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminantları (CPL), folyolar, fenolik kraft kağıtları, ahşap kaplama levhaları, polivinil klorür (PVC), polietilenler, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA(polivinil asetat) + üre ve üre + amonyum klorür esaslı kağıtlar ve lignin dolgulu laminantlardır.

8. Kullanım yerine göre:

- Kapalı mekanlarda kullanılan
- Hava etkisine açık mekanlarda kullanılan olmak üzere ikiye ayrılırlar.

1.3. ÜLKEMİZDE LEVHA ENDÜSTRİSİNİN SEKTÖREL DURUMU

Üretim olarak bakıldığında; Ülkemizde ahşap esaslı levha üretim tesislerinin birçoğu yüksek miktarlarda ve kalitede üretimleriyle dünyada ve Avrupa'da sayılı tesisler arasında yer almaktadır. Türkiye ahşap esaslı levha üretim sektöründe dünyada 5. Avrupa'da ise Almanya'dan sonra 2. sırada gelmektedir. MDF/HDF levha üretiminde ise Avrupa'da 1. dünyada 2. sırada yer alırken, yonga levha üretiminde Avrupa da 3. dünyada 5., laminat parke üretiminde ise Avrupa'da 2., dünyada 3. sırada yer aldığı belirtilmektedir (OAİB, 2015). Ancak ülkemizin bu sektörde üretim maliyetleri ve son

kullanım yerleri bakımından katma değeri yüksek ürünleri üretme, iç ve dış pazarlara sunabilme ve rekabet edebilme konularında henüz yeterince güçlü bir yapıya kavuşmadığı belirtilmektedir (Çabuk, ve Karayilmazlar, 2013). Ülkemizin 2010-2015 yılları arasında ahşap esaslı levha üretim miktarları Çizelge 1.1’de görülmektedir.

Çizelge 1.1. Türkiye 2010-15 arası üretim miktarları (m³ /yıl), (FAOSTAT, 2019).

ÜRETİM	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MDF/HDF	3265000	3570000	3900000	4285000	4885000	4777000
Yonga levha	3270000	3580000	3875000	4225000	4425000	4361000
Kontrplak	110000	115000	116000	116000	150000	174000
Kaplama levha	96000	88000	85000	84000	85000	87000
OSB	40000	40000	75000	75000	75000	75000
Diğer lif levhalar	15000	15000	15000	15000	15000	15000
Toplam Üretim	6796000	7408000	8066000	8800000	9635000	9489000

Çizelge 1.1.’de görüldüğü gibi ülkemizde ahşap esaslı levha üretimi 2010 yılında toplam 6,796 milyon m³ iken, bu miktar 2015 yılında %37.21 artışla 9,489 milyon m³ olmuştur. Buradan anlaşılabileceği üzere en yüksek üretimin orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalar (MDF/HDF) olduğu, bunu yonga levha (PB) ve kontrplak üretiminin takip ettiği görülmektedir. MDF/HDF üretimi 2010 yılında 3,265 milyon m³, 2014 yılında 4,885 milyon m³ ve 2015 yılında bir miktar düşerek 4,777 milyon m³ olmuştur. 2010 ile 2014 yılları arasında üretim miktarı %49,62 artmıştır. Buna karşın 2014 yılına göre 2015 yılında üretim miktarının % 2,21 oranında azaldığı görülmüştür. Bu düşüşün nedeni 2014-2015 yıllarında dünyada meydana gelen ekonomik durgunluğun etkisinin ülkemizde de hissedilmiş olmasıdır. Yonga levha üretiminde de MDF/HDF üretimine benzer bir durum söz konusudur. 2010 yılında üretim miktarı 3,270 milyon m³ olurken, 2014 yılında 4,255 milyon m³, 2015 yılında ise bir miktar düşerek 4,361 milyon m³ olmuştur. 2008-2012 global MDF üretimlerine bakıldığında Türkiye’nin yıllık ortalama %20 büyümeye ile Çin’den sonra pazarın ikinci büyük üreticisi haline geldiği belirtilmektedir (Associates, 2013).

İthalat olarak bakıldığında; Türkiye’de 2010-2015 yılları arasında ahşap esaslı levhaların ithalat verileri Çizelge 1.2’ de görülmektedir.

Çizelge 1.2. Türkiye’de 2010-2015 arası ithalat verileri (m³ /yıl) (FAOSTAT, 2019).

İTHALAT	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MDF/HDF	232000	311000	420000	332000	253788	220000
Yonga levha	206000	140000	286000	234000	77100	63000
Kontrplak	190000	244000	268000	293000	293125	279000
Kaplama levha	42900	51000	64000	66500	81629	92000
OSB	161000	192000	192000	193000	187895	160000
Diğer lif levhalar	300	110	--	300	310	2200
Toplam İthalat	832200	938110	1230000	1118800	893847	816200

Ülkemizde ahşap esaslı levhaların üretim miktarları ile ithalat miktarları kıyaslandığında levha cinsine göre önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. MDF/HDF levha ile yonga levha üretim miktarlarına kıyasla, ithalat miktarlarının çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. Oysa kaplama levha sektöründe üretimin yaklaşık yarısı kadar, kontrplak üretiminin yaklaşık iki katı, OSB üretiminin ise dört katından fazla ithalat yapılmaktadır. Bu durum ülkemizin kaplama levha, kontrplak ve OSB levha gruplarında üretiminin çok yetersiz olduğunu, bu levha gruplarında yeterince yatırım yapılmadığını ve dışa bağımlı olduğumuzu göstermektedir. Ülkemizde özellikle son yıllarda kontrplaklar inşaat kalıp üretiminde, OSB levhalar çatı altı örtüsünde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son on yıllardır ülkemizin gelişimine bağlı olarak inşaat sektöründe de hızlı bir büyümenin olması, bu sektörde kontrplak ve OSB levhalara olan talebi artırmıştır. Ülkemizin ekonomik büyüme ve nüfus artışına bağlı olarak artan talepleri karşılamak amacıyla yonga levha ve MDF/HDF levha sektöründe yapılan yatırımlarla üretim hacmi büyürken, kaplama, kontrplak ve OSB üretimine yeterince yatırım yapılmamıştır. Böylece bu levha gruplarında artan talebi karşılamak için ithalat miktarları artmıştır.

İhracat durumuna bakıldığında; Türkiye’de 2010-2015 yılları arasında ahşap esaslı levhaların ihracat verileri Çizelge 1.3’ de görülmektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye’de 2010-2015 arası ihracat verileri (m³ /yıl) (FAOSTAT, 2019).

İHRACAT	2010	2011	2012	2013	2014	2015
MDF/HDF	538000	556000	465000	359622	457640	509248
Yonga levha	40000	40000	75000	75000	75000	75000
Kontrplak	45085	17500	17300	4407	5153	14000
Kaplama levha	21800	20400	21400	16845	17909	19900
OSB	3600	3000	5000	4574	2495	2900
Diğer lif levhalar	15000	15000	31000	20000	22770	19900
Toplam İhracat	663485	651900	614700	480448	580967	640948

Çizelge 1.2 ve Çizelge 1.3 karşılaştırıldığında ülkemizin MDF/HDF levha ihracatının ithalattan daha fazla olduğu görülmektedir. Buna karşın diğer levha gruplarında ihracat rakamlarının ithalat rakamlarından çok düşük olduğu anlaşılmaktadır. MDF/HDF levha ihracatının diğer levha gruplarının toplam ihracatından daha fazla olduğu görülmektedir. Levha ihracatında ilk sırada İran yer alırken bunu Irak, Gürcistan, Azerbaycan ve Türkmenistan gibi Asya ve Orta Doğu ülkeleri izlemektedir. Bunlarla beraber Romanya, İngiltere, İtalya, Yunanistan gibi Avrupa ülkeleri ile Mısır, Cezayir, Libya gibi Doğu Afrika ülkelerine de ihracat yapılmaktadır (OAİB, 2015).

1.4 KASTAMONU ENTEGRE AĞAÇ SANAYİ VE TİC. A.Ş.

Hayat Holding’in iki lokomotif şirketinden biri olan Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi, ağaç bazlı panel endüstrisinde üretim yapmak üzere 1969 yılında İstanbul’da kuruldu. 1971 yılında ilk yonga levha tesisi Kastamonu’da üretime başladı. 1975 yılında Kastamonu’da ikinci yonga levha üretim tesisi açıldı. 1994 yılında ülkemizde ilk sürekli MDF tesisi Gebze’de kuruldu. 1998 yılında yurt dışı yatırımı olarak Romanya Özelleştirme İdaresinden S.C. Prolemn S.A. şirketini alarak, kereste, kontrplak ve kaplama üretimine başladı. 1999 yılında Gebze’de laminat parke üretimine başlandı. Yurt dışında ikinci yatırım olarak Bulgaristan’ın Kazanlık bölgesindeki Gabrovnitsa şirketi satın alınıp, şirketin mevcut yonga levha tesisini modernize edildi. 2002 yılında Romanya’da ilk Dorpan kapı paneli ve Gebze’de ikinci md f tesisi kuruldu. 2004 yılında yurt dışındaki üçüncü lokasyon olan Notron Kağıt Fabrikası satın alınıp, revizyon ve kapasite artış projeleri ile kraft ambalaj kağıdı üretimine başlandı. 2005 yılında

Balıkesir’de yonga levha tesisi üretimi yapılmaya başlandı. 2006 yılında Romanya’da ikinci Dorpan kapı paneli tesisi üretime başladı. 2007 yılında Gebze’de bulunan Tever Ağaç Yonga levha üretim tesisi satın alındı. 2008 yılında Kastamonu’da organize sanayide bulunan md f tesisinde, md f ve laminat parke üretimine başlandı. 2009 yılında Samsun’da bulunan Yontaş Yonga levha tesisi satın alındı. 2010 yılında Tarsus’ta kurulu olan Samedoğlu Yonga levha tesisi satın alındı. 2012 yılında Adana md f tesisi üretime başlandı. 2016 yılında odun yongası tedariki sağlamak amacıyla Florida’da Kastamonu USA kuruldu. Aynı yıl içerisinde Rusya-Tataristan-Alabuga ikinci md f hattı kuruldu. 2017 yılında İtalya’nın üçüncü büyük yonga levha üreticisi Gruppo Trombini şirketine ait Pomposa ve Frossasco’da bulunan iki yonga levha üretim tesisi satın alındı. Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi olarak;%50 oranında iç piyasadan temin edilen hammaddeler, %40 oranında ABD, Kanada, Bulgaristan ve Ukrayna’dan ithal edilen hammaddeler ve %10 oranında sanayi atığı kullanılmaktadır. İç piyasadan çam, göknar, kayın, meşe, kestane, kavak odunu alınmakta, ithalat olarak çam yongası, meşe, kayın, huş, akça ağaç odunu ithal edilmektedir. Sanayi atığı olarak çam kapak tahtası, şerit talaşı, planya talaşı kullanılmaktadır (İbiş, 2018).

Kastamonu Entegre, özellikle 2018 yılındaki İtalya yatırımı ile ahşap geri dönüşümü konusunda yeni ve büyük bir adım atmıştır. İtalya tesislerinde % 100 ahşap atıklarından ve kesinlikle ham odun kullanılmadan üretim yapılmaktadır. Bu yatırım ile ülkemizde de ilerleyen yıllarda gelişecek ahşap geri dönüşüm sektörünün öncülerinden olacaktır.

1.5. YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER

1.5.1. Ağaç Malzeme

TS 1351(1974)’ e göre, boyu 0,5- 2 m, kalın uç çapı en fazla 20 cm, ince uç çapı en az 4 cm olan yuvarlak ve yarma odunlar, kalınlığı 20 cm’den küçük artık parçalar tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşları lif ve yonga odunu olarak kullanılabilir. Yonga levha üretiminde kullanılacak olan odunlarda böcek yeniği, eğrilik, budak, lif kıvrıklığı, çatlaklar vb. bulunmasında bir mahsur yoktur. Odunlarda kabuk olmamalı, çürüklük bulunmamalı ve öz çürüklüğün ise enine kesitin yarısına kadar olmasına müsaade edilmektedir.

Yonga levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk miktarları ağacın

türü, yaşı ve yetiştirme ortamına bağlı olarak yaklaşık olarak %5-25 arasında değişmektedir. Yuvarlak ince odunların kabuklarının soyulması zor ve pahalı bir işlemdir (Yeniocak, 2008).

Yonga levhanın yoğunluğu üzerine ağaç türünün etkisi fazla olduğu için, üretimde, üretim teknolojisi ve üretilen levhanın özelliklerine bağlı olarak, yoğunlukları farklı ağaç türlerinin kullanılabilirdiği belirtilmektedir. Odunda budak, çatlak, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir. Odunun yoğunluğu, asiditesi (pH), içerdiği ekstraktif maddeler ve rutubeti de levha kalitesi üzerinde önemli rol oynamaktadır (Bozkurt ve Göker, 1985).

Yonga levha üretiminde çeşitli ağaç türleri kullanılmaktadır. Bunların başında iğne yapraklı olarak (çam, ladin, göknar vb.), yapraklı ağaç türlerinden meşe, kavak, kızılğayağ, söğüt, kayın ve huş gibi ağaç türleri de kullanılmaktadır.

1.5.2. Yıllık Bitkiler

Ana hammadde olarak odun kullanan endüstrilerin sayılarındaki artışla beraber odunun büyük oranlarda kullanılması, ormanlar açısından tehlikeli bir hal oluşturmuştur. Artan odun talebiyle beraber hammadde fiyatlarındaki artış da yonga levha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkanlarının araştırılmasına sebep olmuştur. Yapılan çalışmalarda, ayçiçeği sapları (Guler vd, 2006; Grigoriou vd., 2001), kenevir, keten (Tröger, Wegener, ve Seeemann, 1998), pirinç çeltiği (Gerardi and fr. 1998), pamuk sapı (Guler ve Özen, 2004; Alma vd, 2005), çay fabrikası atıkları (Örs ve Kalaycıoğlu, 1991; Nemli vd, 1998). Bunlara ek olarak bambu kamışı, göl kamışı, mısır sapları, asma sapı vb. bitkilerin odunsu kısımlarının bu alanda kullanılması uygundur.

Kompozit panel üretiminde yıllık bitkilerden şeker kamışının önemli bir yeri olmakla beraber, %92 şeker kamışı, %8 üre formaldehit ve 0,74 g/cm³ özgül kütleyle sahip 10 mm kalınlığında yüksek kalitede levhalar üretilmiştir (Güler, 2001).

Kenaf (*hibiscus cannabinus* L.) liflerinden üretilen kompozit levhaların Amerikan Standart Enstitüsünce belirtilen temel sert lif levha standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir (Güler, 2001).

Yonga levha ve lif levhanın mısır sapları kullanılarak üretildiği bilinmektedir. Yapılan bir araştırmada % 92 mısır sapı, % 7 üre formaldehit reçinesi, % 1 parafin ve 0,74 g/cm³ özgül kütlede 16 mm kalınlığında üretilen kompozit levhaların direnç özelliklerinin standart değerlere yakın olduğu tespit edilmiştir (Chow, 1974).

Ayrıca pamuk sapları kullanılarak üretilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılmış ve bu materyallerden üretilen yonga levhaların standartlara uygun olduğu belirlenmiştir (Guler, 2001).

Sadece yıllık bitkilerin levha üretimine uygun olması yeterli değildir. Miktarının yeterli olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay, ucuz olması ve materyalin zararlılar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir (Guler, 2015).

1.5.3. Ahşap Geri Dönüşüm Malzemeleri

Yonga levha üretiminde hali hazırda odun harici kullanılan orman ve endüstriyel atıklar (kapak vs.) kullanılmaktadır. Ancak Dünya orman varlığının her geçen gün azalması göz önünde bulundurulduğunda odun harici malzemelere daha fazla yönelinmesi kaçınılmazdır. İşte bu yüzden özellikle yonga levha üretiminde evsel ve endüstriyel işlenmiş ahşap atık malzemelerinin kullanılması önem kazanmıştır.

Ahşap geri dönüşüm malzemelerini sıralayacak olursak atık ahşap kompozit levha parçaları (yonga levha, mdf, kontrplak, osb vs.), mobilya atıkları (koltuk sandalye, dolap, masa, vs.), kullanılmış palet atıkları gibi aklınıza gelecek odun esaslı tüm malzemeler yonga levha üretiminde hammadde olarak kullanılabilir. Şekil 1.1 ve Şekil 1.2’ de ahşap atık malzemelerinin resimleri görülmektedir.



Şekil 1.1. Ahşap geri dönüşüm malzemeleri-1.



Şekil 1.2. Ahşap geri dönüşüm malzemeleri-2.

Bu hammaddeler içerisinde plastik, kağıt, metal, plastik, tekstil atıkları barındırmaktadır bundan dolayı MDF üretiminde işlenmiş ahşap atıklarının bir çoğunun kullanımı kalitesel olarak ciddi sorun teşkil edecektir. MDF üretimi için kullanılabilme ihtimali olan ahşap atıkları palet atıkları olabilir. Bu yüzden bu atıklar yonga levha üretiminde değerlendirilmesi tercih edilmektedir.

Hammadde olarak atık ahşap malzemeleri ucuz olduğundan levha maliyetlerinde ciddi oranda düşürebilir. Avrupa birliğindeki bazı ülkelerde ahşap atık ürünleri fabrikalara ücretsiz olarak sadece nakliye ücreti karşılığında verilmektedir. Toplanan ahşap atıklar büyük çekişli kırıcılarda kaba olarak parçalanarak taşıma esnasında sorun oluşturmaması sağlanmaktadır.

Ülkemizde ahşap atık toplama konusunda cam, kağıt, plastik ve tekstil malzemelerinde olduğu gibi bir atık toplama yönetimi yoktur. Bu yüzden hammadde olarak üretim sürekliliği sağlanması mevcut durumda zor olacaktır. Ancak Avrupa birliğinde geniş çaplı özel ahşap atık toplama şirketleri bulunmaktadır ve birçok belediye bünyesinde de yine atık toplama birimleri faaliyet göstermektedir. 1980 yılından bu yana ahşap atıkları Avrupa ülkelerinde yonga levha üretiminde kullanılmakta ve hali hazırda da çalışan birçok tesis bulunmaktadır.

Ahşap atıklarının çevreden toplanması katma değerli bir ürün haline getirilmesinin yanında çevre temizliği açısından da ciddi önem arz etmektedir. Bu atıklar toplanmadığı takdirde görüntü ve çevre kirliliği yaratacak, yakılarak kullanılması halinde de hava kirliliğine neden olacaktır. İnsanoğlunun bir görevi olan çevre bilinci olarak bakıldığında bizde dünyanın geleceği için bu ve benzeri sektörlere gereken önemi vermeliyiz.

1.5.4. Kimyasal Maddeler

Yonga levhada kullanılan kimyasal maddeler; Organik-anorganik tutkallar, hidrofobik maddeler, sertleştirici, odun zararlıları ve yangına karşı koruyucu maddelerdir.

1.5.4.1. Organik Tutkallar

Organik yapıştırıcılar hayvansal, sentetik ve bitkisel tutkallar olmak üzere üçe ayrılmaktadırlar. Sentetik tutkallar bu endüstride kullanılmaktadır. Çözelti halindeki tutkalların raf ömrü yaklaşık üç ay kadardır. Toz halindeki tutkalların dayanım süresi ise yaklaşık olarak altı ay kadardır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

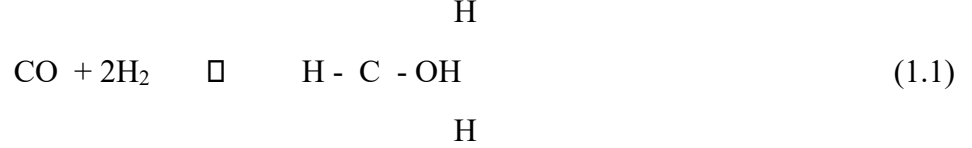
Genellikle yonga levha endüstrisinde kullanılan sentetik tutkallar duroplastik tutkallar Aminoplastlar olarak üre formaldehit ve Melamin formaldehit, Fenoplastlar olarak Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit'dir. Duroplastik tutkallar ısı ile sertleşmektedirler.

Kullanım kolaylığı, ekonomik oluşu ve sıcak preslemede sertleşme süresinin kısa olması gibi sebeplerden dolayı yonga levha üretiminde genellikle üre formaldehit tutkalı kullanılmaktadır. Beyaz renkli ve şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yonga levhalarda kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık havada şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.5.4.1.1. Üre Formaldehit

Kullanım teknolojisinin kolaylığı, ekonomikliği ve teknik üstünlükleriyle yonga levha sanayisinde %90 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerlerinden elde edilir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünü denilmektedir. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilir. Üre kokusuz, renksiz, suda çözünebilen kristal halinde bir maddedir ve amonyak ve karbondioksitin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Huş, 1997).

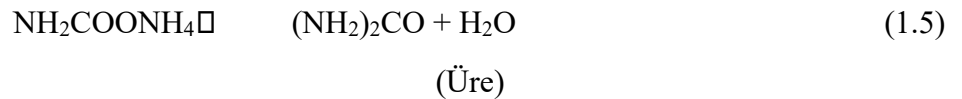
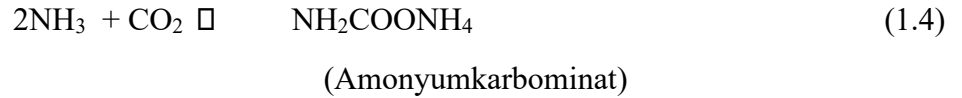
Üre formaldehit tutkalı ucuzluğu, kullanma kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle bugün Avrupa'da sarf edilen tutkalların % 90'ını oluşturur (Özen, 1981). Üre formaldehit tutkalı ürenin formaldehit ile kademeli bir şekilde yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Formaldehit metanolden, metanol ise maden kömürü, oksijen ve hidrojen (oksidasyon hidrolizi yoluyla) elde edilmektedir.



Formaldehit ise Metanol'ün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile elde olunmaktadır.



Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristalin halinde bir bileşik olup, NH_3 ve CO_2 birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyumkarbominat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde üre ve su oluşmaktadır.



Üre Formaldehit tutkalı, pH değeri 5 olan sulu bir çözeltide üre ve formaldehitin 1/1.5 - 2 mol oranında, karıştırılması ile çözeltinin pH değeri ve ısı derecesine bağlı olarak reaksiyon hızı ayarlanmaktadır.

Üre formaldehit tutkalı 3 kademeli bir reaksiyon sonucu meydana gelir. 1. kademedede formaldehit ve üre bir katılma reaksiyonu sonucu birleşmektedir. 2. kademedede sertleştirici maddeler ile sıcaklık etkisi sonucu meydana gelen üre ve formaldehit birbiri ile kondanse olmaktadır. 3. Kademedede ise sertleştirici maddenin alkali ile nötrleşmesi yoluyla

kondenzasyon reaksiyonu durdurulur (Anonim, 1975).

Kondenzasyon henüz suda çözülebilir durumda iken reaksiyon hafif asitik olan çözeltinin soğutulması ve nötrleştirilmesi yani pH 7 – 7.5 arasında tutulması suretiyle durdurulur. Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı seyri, çeşitli kondenzasyon kademelerindeki pH değeri, üre ve formaldehit arasındaki mol oranı, kondenzasyon sırasında çeşitli bileşiklerin konsantrasyonu, kondenzasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Kondenzasyon tutkallama işleminde sertleştiriciler ve ısı yardımıyla yeniden başlatılır. Hızlı bir sertleşme için katalizatörlere gerek vardır. Sıcak preslemede sertleştirici madde olarak amonyumklorür (NH_4Cl) veya amonyum sülfat kullanılır (Özen, 1980). Üre formaldehit; oduna seluloz zincirleri (OH^-) grupları ile bağlanmaktadır. Dispersiyonun sulu olması ve polar özelliği ile yongaları iyi ıslatır. Tutkal oranı odun yongaları sertliğine göre değişir. Tam kuru ağırlığa oran ile yumuşak odunlarda % 7-10, sert odunlarda % 5-7 oranında tutkal verilmelidir. Yapı malzemesi olarak kullanılan üç tabakalı yonga levhaların iç kısımlarında tam kuru tutkal miktarı ise % 5-8 arasında, dış tabakalarda ise % 9-12 arasında değişmektedir.

Üre formaldehit piyasada % 55' lik veya % 65' lik sıvı halde yada toz olarak bulunabilir. Toz halde olanı, depoda 1 yıl bozulmadan saklanabilir ancak halde sıvı haldeki tutkal birkaç ay raf ömrü vardır. Sulu dispersiyondaki katı madde miktarı genellikle % 65'dir. Viskozite; tutkalın kullanılış amacına göre 200 - 300 (cps) dir.

ÜF tutkalı ısıtıldığı zaman kısa sürede sertleşmektedir. Sertleşme hızı, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-120 saniye arasında gerçekleştiği, yapıştırma direnci yüksek ve rengi açık olduğu için diğer tutkallardan daha avantajlıdır (Huş, 1997).

Pres basıncı levhanın özgül ağırlığına bağlı olarak 1.0-3.0 N/mm² arasında değişir. Presleme süresi ise kullanılan katalizörün tepkisi, presleme sıcaklığı ve levha kalınlığına bağlıdır.

Tutkalın üretimi esnasında pH 5-5,5' da bir reaksiyon gerçekleşmektedir. pH' ın 7 veya 8'e çıkarılması ve soğutma, reaksiyonu durdurabilmektedir. Reçinenin %40-60' ı uçucu olmayan katı maddelerden ibarettir. Bir miktar suyun destile edilmesi suretiyle katı reçine miktarı % 60-65' e çıkartılır. Hızlı bir sertleşme için katalizöre ihtiyaç vardır. Bu amaçla üre formaldehit tutkalında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür ilave edilmektedir.

ÜF reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, renginin

açık olduğunu ve yapışma direncinin yüksek olduğunu belirtmek mümkündür. Üre formaldehit, MDF ve yonga levha üretiminde kullanılan en yaygın tutkallardandır. Dünya çapında, üre formaldehit tutkalının %70' e yakın bir kısmı orman ürünleri sanayisinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; %61 oranında yonga levha, %5 oranında kontrplak, %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde ve %27 oranında MDF üretiminde kullanılmaktadır.

Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Goncalces et al., 2008; Nemli ve Aytaç, 2002).

- Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- Suda çözünür.
- Kokusuzdur.
- Tutuşmaz.
- Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- Fiyatı ucuzdur
- Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- Formaldehit emisyonu yüksektir.

ÜF tutkalı yongalara yada liflere sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakla beraber, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. ÜF sentezi iki aşamada olmaktadır. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimentilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır. İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak, 2002).

- Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması
- İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması
- Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi
- Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

Genel olarak birinci aşama, üre ve formaldehitin reaksiyonu (pH:8-9) ile metilol ürenin formasyonunu içermektedir. İkinci aşamada (pH:5), asidik koşullarda kondenzasyon reaksiyonları istenilen viskoziteye ulaşmaya kadar devam eder, reaksiyon karışımı soğutularak nötrleştirilmektedir. Tutkalın katı madde oranını (% 60-65) ayarlamak için vakum destilasyonu ile su uzaklatılmaktadır. Üre iki veya daha fazla kademedeki ilave edilmektedir. Ürenin ilk ilavesi metillendirme işlemi sırasında gerçekleşmektedir (F/Ü= 1,6-2). İkinci ve sonraki üre ilaveleri F/Ü oranını istenilen seviyeye düşürmektedir.

Sıcak presleme sırasında polimerizasyon ve kondenzasyon reaksiyonları tamamlanmaktadır. Asidik koşullarda sertleşen tutkal türü olan üre formaldehit için en uygun sertleşme sıcaklık 120 °C ve pH: 3-4 civarında gerçekleşmektedir. Sıcak preslemede ısı etkisi ile ön kondenze olmuş olan tutkal çapraz bağlanma reaksiyonları ile düzgün bir film oluşturmaktadır. Reaksiyon tersinirdir.

Gereğinden fazla ısı uygulaması üre formaldehit tutkalının hidrolizine neden olabilmektedir. Preslemede gereğinden fazla ısı uygulanmamalı, preslemeden sonra üretilen levhalar soğutulmalıdır. Üç tabakalı levha üretiminde, yüzey tabakaları orta tabakadan daha hızlı sertleşecektir. Bu nedenle yüzey tabakasında kullanılan tutkalın sertleşmesinin geciktirilmesi önerilmektedir.

Günümüzde, laminat üretiminde melamin tutkalları önemli bir yere sahiptir. Bununla birlikte bazı durumlarda, üre veya üre+melamin karışımı tutkallarda kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkallarının laminat endüstrisinde kullanılması bazı sorunlar da beraberinde getirmektedir.

ÜF tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20' lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar.

Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'a (2008) göre, üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir (Goncalves et al., 2008).

Üre formaldehit tutkalının önemli problemlerinden olan formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir (Nemli ve Aytaç, 2002):

- Üre formaldehit tutkalına üre veya melamin ilavesi
- Ağaç levha ürünlerinin direkt olarak amonyak gazına maruz bırakılması
- Yongaların preslenmesi sırasında ek bir yüksek frekansla ısıtma uygulanması
- Levha yüzey ve kenarlarının kaplanması

Son yıllarda formaldehit emisyonunun azaltılması için yeni araştırmalar yapılmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre formaldehit emisyonunun iki şekilde gerçekleştirilmektedir:

- Üre formaldehit reçine kimyasının modifikasyonu
- Formaldehit yerine daha az uçucu aldehit bileşiklerinin kullanımı

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

- Tutkal sentezi sırasında direkt olarak polyamin karıştırılması
- Amonyum klorür yerine sertleştirici olarak polyamin hidroklorürün kullanımı
- İki koşulun birlikte uygulanması.

Maminski ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada, üre formaldehit tutkalına glutarik aldehit ilavesiyle üretilen levhalarda su alma ve kalınlık artış miktarında azalma olduğu tespit edilmiştir (Maminski, Bortsiuk and Parzuchowski, 2008). Başka bir çalışmada ise üre formaldehit tutkalına melamin ilavesiyle formaldehit emisyonun azaldığı belirlenmiştir (Hsy, 2009). Abdullah ve Park'a (2009) göre, yapılan araştırmada üre formaldehit tutkalına katılan hidrosülfid, sodyum bisülfid, akrilamid, ve polimerik 4,4-difenil-metan dizosiynat gibi katkı maddelerinin üre formaldehit tutkalının rutubet direncini artırdığı tespit edilmiştir (Abdullah ve Park, 2009).

1.5.4.1.2. Melamin Formaldehit

Melamin formaldehit, melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. Bu reçine 90–140°C sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit tutkalının elde edilmesinde önce kömür 2000 °C'de kireçle muamele edilerek kalsiyum karbür, daha sonra bu madde 1000 °C'de havanın azotu ile birleştirilerek kalsiyum siyanamid'e dönüştürülür. Bunu takiben, alkali bir ortamda karbonik asit sevk edilerek ısıtıldığı zaman hidrolize olmakta ve böylece disiyanamid meydana gelmektedir. Bu madde fiziksel ve kimyasal koşullar altında % 100'lük melamine dönüşür. 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile reaksiyona girerek kondenzasyonun ana maddesi olan tri metilol melamin meydana gelir. Kondenzasyon 5–6 pH ortamında oluşmaktadır. Nötrleştirme yolu ile kondenzasyon ürünü yeterli derecede çözümlenebilecek duruma gelince işleme son verilir. Melamin tutkalı üre tutkalı kadar depolamaya elverişli değildir. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edilmesi durumunda toz halindeki reçine 1 yıl dayanabilmektedir. Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte bazı avantajları vardır (Nemli ve Çolak, 2002; Pizzi, 1983):

- Suya karşı daha dayanıklı,
- Isı stabilitesi daha yüksek,
- Düşük ısılarda ve sertleştirici verilmeksizin sertleşebilmektedir.

FF tutkalı ile değerlendirildiğinde ise parlaklık, açık renklilik ve dayanıklılık bakımından üstünlük sağlar. Bu avantajlara rağmen en büyük dezavantajı fiyatının üre formaldehit ve fenol formaldehit tutkallarından yüksek olmasıdır. En önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Saf olarak kullanıldığı takdirde kaynamaya ve dış hava şartlarına çok dayanıklıdır. Üre formaldehit tutkalı ile % 25–75 oranında karıştırıldığında ise suya yeterince dayanıklı kalabilir.

MF tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalına göre suya karşı daha dayanıklıdır. Melamin üre formaldehit tutkalı Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir (Maminski et al., 2008). Normal şartlarda yonga levha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun

üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir (Çolakoğlu, 1993).

1. Reaktöre sırasıyla önce melamin sonra üre ve ikinci üre ilave edilmektedir (MÜÜ).

2. Önce birinci üre, sonra ikinci üre katılmakta en sona melamin ilave edilmektedir (ÜÜM).

3. Reaktörde önce üre ve formaldehit reaksiyonu bunu takiben melamin ve daha sonra ikinci üre ilavesi gerçekleşmektedir (ÜMÜ).

Toplam formülasyon içinde düşük oranlarda melamin varsa ÜMÜ ve MÜÜ şeklinde üretilenler arasında performans bakımından belirgin bir fark yoktur. Fakat melamin oranı % 50 kadar ise ÜMÜ formülasyonunun performansı MÜÜ formülasyonundan daha iyidir. Daha yüksek melamin oranlarında (% 60) MÜÜ formülasyonu ÜMÜ formülasyonundan daha iyi performansa sahiptir.

Kontrplak ve yonga levha üretimi için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif kâğıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kağıt emprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin kağıt tabakasına penetrasyonu için viskozitesi daha düşük, katı madde oranı ise daha yüksektir. Bununla kontrplak ve yonga levha üretiminde kullanılan melamin formaldehit reçineleri odun tabakasına daha düşük oranda penetrasyonunu sağlamak için genellikle daha viskozdur. Aksi halde yapıştırıcının bir kısmı odun içine penetre olarak yapışmaya katkı sağlamaz. Kağıt tabakalarının emprenyesinde istenen kağıda iyi bir penetrasyon ve hızlı sertleşme gibi karakteristikleri melamin formaldehit tutkalının hazırlanması sırasında bazı yöntemlerle sağlanabilir. Üretim sırasında metilol grupları oranının artırılması veya kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kâğıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilir (Çolakoğlu, 1993).

1.5.4.1.3. Fenol Formaldehit

FF tutkalı alkali bir katalizör ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde olunmaktadır. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (Çolakoğlu, 1993).

Formaldehit/fenol <1 (1: 1.6 – 1: 2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı

verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Novalağa sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır. Formaldehit/fenol >1 (1.5–2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir (Chen, Soong and Tsai, 2006).

FF tutkalı düşük sıcaklıklarda depolanmalı ve pH değeri değişmemelidir. Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Üre tutkallarına göre daha yavaş sertleşmekte ve daha yüksek pres sıcaklığına ihtiyaç duymaktadırlar. Katalizörler presleme süresini kısaltır. Güçlü ve suya karşı dayanıklı yapışmalar sağlamaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ağacın rengini koyulaştırır, çok derine nüfuz eder ve kokusu uzun süre çıkmaz. Bu nedenle, tutkallama yapılan hacimde iyi havalandırma yapılmalı, eller yıkanmalı, koruyucu elbiseler giyilmeli ve fenol reçinesi teneffüs edilmemelidir.

Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının arttırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir (Yıldız, 1994).

FF özel kullanım yerleri için "İmpreg ve Compreg" olarak adlandırılan malzemelerin üretiminde de kullanılmaktadır. Ağaç malzemenin fenol formaldehit reçinesi ile emprenye edilmesi ve liflere nüfuz eden reçinenin basınç kullanılmadan sertleştirilmesi esasına dayanan "İmpreg" çok kullanışlı bir malzemedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 60-70'dir. Normal ağaç malzemeye göre su iticiliği, kimyasal maddelere karşı direnci, biyolojik zararlılara ve ısı etkisine dayanımı daha yüksektir. Bu özelliklerinden dolayı kalıp üretiminde ve elektrik kontrol donanımlarında kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalı ile emprenye edilen kaplama levhalarının sıcaklık ve basınç altında yapıştırılmasıyla "Compreg" adı verilen malzeme üretilmektedir. Bu malzemenin boyut stabilizasyonu % 80-85 civarındadır. Biyolojik zararlılara dayanımı, kimyasal maddelere ve yangına karşı direnci normal odundan daha yüksektir. Bu özelliklere sahip olmasından dolayı kalıp, cıvata ve somun, dişli, uçak parçası, mekik, bobin, müzik aletleri ve bıçak sapları yapımında kullanılmaktadır (Yıldız, 1994).

1.5.4.1.4. Resorsin Formaldehit

Resorsin bir fenol olup, reaksiyona katılma gücü çok yüksektir. Resorsin formaldehit reçinesi, 1 mol resorsinin 1mol' den az formaldehit ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir.

RF düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyona girmektedir. Bu nedenle kullanılmaya elverişli bir tutkalın elde edilebilmesi için kondenzasyon reaksiyonu 3.5–4.5 pH'lık bir ortamda yavaş, fakat gerek daha asidik gerekse alkali ortamda hızlı bir şekilde oluşmaktadır. Nötr ortamda ise resorsin en stabil durumdadır.

Resorsin tutkalları oldukça pahalı olmaları nedeni ile % 50 ve daha yüksek oranda un halinde öğütülmüş odun talaşı, soya fasulyesi unu, fındık kabuğu ve nişasta gibi maddeler ilave edilerek kullanılmaktadır. Saf olarak çok nadir, sadece özel amaçlar için kullanılır. Daha çok diğer tutkallara özellikle fenol formaldehite ilave edilmektedir.

RF tutkalı FF tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin açık hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur (Huş, 1997).

1.5.4.1.5. İzosiyanat

Amino ve fenoplastik tutkallarda yapışma spesifik adhezyonla sağlanır. Hâlbuki di izosiyanat tutkalında gerçek bir kimyasal bağ oluşmaktadır. İzosiyanat tutkalı pahalı olup, su ihtiva etmemekte ve tutkalın tümü yapıştırıcı madde olarak kullanılabilir. Rutubete dayanıklılığı bakımından, fenol formaldehit ile eşdeğer, yapışma direnci ise daha yüksektir. Alüminyum ve çelik malzemeye yapışması nedeniyle transportör ve preslerde sorun oluşturur. Yapılan bir araştırmada; etil metilen di fenil izosiyanat tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların teknolojik özellikleri, polimetilen dizosiyanat tutkalı ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur (Papadopoulos, 2002)

1.5.4.2. Termoplastik Tutkallar

Teorik olarak termoplastik tutkallar yonga levha üretiminde yalnız veya içerisine üre formaldehit ya da fenol formaldehit ilave edilerek kullanılabilir. Fakat bunlarla yapıştırılmış levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca deforme olurlar. Bu nedenle yonga levha üretiminde bunların herhangi bir önemi yoktur (Kalaycıoğlu ve Özen 2012).

Termoplastik tutkalla ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen, soğutulduklarında ise sertleşen tutkallardır. Bu tutkalların, soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması ve odunu lekeleme kusurunun olmaması gibi avantajlı özellikleri yanında, 70°C sıcaklıktan itibaren bağlantı maddesi görevi özelliğini yitirmesi gibi sakıncalı özelliği de vardır.

Polivinil asetat tutkalı (PVA); su, kömür, kireç ve sirke asitinden üretilir. Kok kömürü ile sönmüş kireç elektrik fırınlarında kızdırılarak karpit haline dönüştürülür. Karpite su etki ettirilerek asetilen gazı elde edilir. Asetilen ile sirke asidi, vinil esteri meydana getirirler. Vinil ester moleküllerine monomer adı verilir. Bu küçük moleküller, istenilen molekül ağırlığı basamağına erişilinceye kadar birbirlerine bağlanabilirler. Binlerce monomer birleşerek polimerleri oluştururlar. Bu kimyasal olaya polimerleşme denilir. Polimerleşme, aynı veya benzer moleküllerden birçoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül vermek üzere birleşmeleridir. Vinil ester, açıklanan yöntemle polimerleştirilerek polivinil asetat (PVA) elde edilir. Polimerleşme olayı yönlendirilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı maddesi olarak sertleştirici, yumuşatıcı, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır. Levha endüstrisinde kullanılmamaktadır (Burdurlu, 1994).

Kowaluk ve Fuczek'e (2009) göre, polivinil asetat tutkalı ile yonga levha üretiminde yüksek viskoziteden dolayı uygulama zorluğu olmuş, eğilme direnci ve iç yapışma direnci ise üre formaldehit ile üretilen levhalara göre düşük çıkmıştır (Kowaluk ve Fuczek, 2009)

1.5.4.3. Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, sıcakta sertleşen kan albümini, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, tanen, sülfat atık suyu ve soya fasulyesi gibi bitkisel yapıştırıcılar yer almaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen 2012).

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir araştırmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen difenildiizosiyanat ile birlikte yonga levha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır (Pan, Cathcart and Wang, 2002). Yonga levha endüstrisinde doğal tutkalların kullanımı oldukça düşüktür. Bitkisel tutkalların, gelecekte yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yonga levha üretiminde kullanılabilme imkânları araştırılmış ve bu sanayi dalında kullanılabileceği saptanmıştır (Kalaycıoğlu, 1987; Çetin ve Özmen, 2002)

Bir araştırmada, soya fasulyesi tutkalı kullanılarak üretilen yonga levhaların elektrik iletkenliğinin diğer tutkal türleri ile üretilen yonga levhalara göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Cheng vd., 2004). Soya tutkalı ve pirinç kabuğu kullanılarak yapılan diğer bir çalışmada, üretilen levhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri karşıladığı ayrıca formaldehit emisyonu olmayan, iç kullanıma uygun levhaların üretilebileceği belirlenmiştir (Ciannamea, Stefani and Ruseckajte, 2010).

Tanen; odun ve ağaç kabuklarından ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava şartlarında kullanılacak yonga levha üretimine uygun olmaktadır. Sülfite atık suyu, selüloz üretimini sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfite atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yonga levhalarda suya dayanıklı bir yapışma sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yapıştırıcı madde olarak yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Kabuk tanenlerinin yonga levha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Heinrich, Pichelin and Pizzi, 1996; Garnier, Pizzi, Huang and Dry, 2002).

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Üzüm posasından ve am ağaından elde edilen tanenin, yonga levhala üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Ping, Pizzi, Guo and Brosse, 2011).

Kan albümini, kan serumu içinde çözölmüş durumda bulunan bir proteindir. Bu tutkalın hammadde kaynağı mezbahalardır. Açık, esmer ve siyah renkte olmak üzere üç çeşit kan albümini vardır. Bunlardan açık ve esmer renkte olanı gıda, deri ve kağıt endüstrisinde, siyah renkte olanı ise kontrplak endüstrisinde yapıştırıcı olarak değerlendirilmektedir.

Buğdaydan elde edilen gluten tutkalı yonga levha üretiminde kullanılmış ve üretilen levhalar standartlara uygun bulunmuştur (Lee et al, 2011).

Kazein tutkalı, sütteki proteinlerin pıhtılaşmış halidir. Kazein tutkalına küf ve mikroorganizmalar meydana getirdiği bozulmayı önlemek için % 3 Thymol katılır ve özellikle kaplama levhaların yapıştırılmasında kullanılır.

1.5.4.4. Anorganik Tutkallar

Çimento, magnezit ve alçı olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlık kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yonga levha üretilmektedir. Erakhrumen ve arkadaşlarına göre; yonga levhada yapıştırıcı olarak kullanılan portland çimentosuna farklı oranlarda hindistan cevizi lifi ve karayip çamı talaşı katılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri standartlara uygun çıkmıştır (Erakhruman, Areghan and Ogunleye, 2008).

Ashori ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, kavak yongaları ve çimento kullanılarak üretilen yonga levhalarda odun oranının artmasıyla eğilme direnci ve elastikiyet modülünde iyileşme görülürken iç yapışma direncinde azalma olduğu tespit edilmiştir. İç yapışma direncindeki azalmanın sebebi olarak odun miktarındaki artışın bağlanmayı negatif etkilemesi gösterilirken, karışımdaki çimento oranının artmasıyla su alma miktarında azalma meydana geldiği görülmüştür (Ashori, Tabarsa and Sepahvand, 2012)

Yapılan çalışmalarda, akçaağaç (*Acer platanaoides L.*) ve gürgen (*Carpinus betulus L.*) ağaçlarından elde edilen yongalar ve çimentoyla üretilen yonga levhaların standartlara uygun olduğu görülmüştür (Papadopoulos 2008). Diğer bir araştırmada ise böcek tasallutu sonucu kuruyan ağaçlardan elde edilen yongalar ve çimentoyla üretilen levhalardan olumlu sonuçlar alınmıştır (Chang and Lam, 2009).

Odun yongaları ve alçı karıştırılarak üretilen yonga levhaların tutuşma direnci ve ısı izolasyonu açısından geleneksel olarak üretilen yonga levhalara göre daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Lee et al., 2011).

Olorunnisola tarafından yapılan çalışmada, hindistan cevizi kabuğu ve çimento kullanılarak üretilen yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikler bakımından standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir (Olorunnisola, 2009).

Diğer bir çalışmada, okaliptus (*Eucalyptus urophylla*) ağacından elde edilen yongalar ve portland çimentosu kullanılarak üretilen yonga levhaların döşeme paneli olarak kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan testler sonucunda üretilen levhaların iyi boyutsal stabilite ve mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiş ayrıca, yüksek bağıl nem şartlarında kullanıma uygun olduğu saptanmıştır (Latorraca, Teixeira and Baticta,

2009).

1.5.5. Katkı Maddeleri

Yonga levha endüstrisinde; sentetik reçinelere ilave edilerek kullanılan katkı maddeleri; sıcak presleme sırasında tutkaldan gaz çıkışını dengelemek yani formaldehit emisyonunu azaltmak, yanmayı geciktirmek, preste sertleşmeyi hızlandırmak, stabilite sağlama, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı koruyucu özellikler sağlamak amacıyla kullanılabilirler.

1.5.5.1. Sertleştirici Maddeler

Üretimde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenmeye kadar sertleşmemeli, fakat preste hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012). Yonga levha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir.

Yonga levha üretiminde tutkalın sertleşme hızı; yonganın sıcaklığı, ortamın sıcaklığı, pres sıcaklığı, yonga rutubeti gibi faktörlere bağlı olmakla beraber; sertleştirici türüne bağlıdır. Bu yüzden bazı işletmelerin, hava sıcaklığına bağlı olarak amonyum persülfat ve amonyum klorürden oluşan sertleştirici karışımı kullandıkları bilinmektedir.

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Bu maksatla genellikle amonyum klorür veya amonyum sülfat kullanılır.

Amonyum sülfat tutkaldaki serbest formaldehit ile tepkimeye girerek sülfürik asit oluşturur ve böylece pH değeri azalır. Oluşan bu asidik durum kondenzasyon reaksiyonunun devamına sebep olur ve neticede sertleşmiş tutkal bağı elde edilir. pH değerindeki azalma ortamdaki serbest formaldehit ve sertleştirici miktarına bağlıdır ve ısı ile hızlandırılabilir [60].

Sertleştirici olarak amonyum klorür kullanılması durumunda, serbest formaldehit ile tepkimeye giren amonyum klorür hidroklorik asit, hekzametilentetramin ve su oluşmasına neden olur. Tepkime sonucu oluşan hidroklorik asit tutkalın asitliğini artırarak sertleşme işleminin gerçekleşmesini sağlar. Pres sıcaklığının artırılmasıyla pH değeri düşürülerek sertleşme işlemi hızlandırılır (Akbulut, 1991).

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleşebilmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür

veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

Fenol formaldehit tutkalı, herhangi bir sertleştiriciye gerek kalmaksızın, yalnızca sıcaklık etkisiyle sertleştirilebilir. Bu durumda, sıcaklığın 135–155°C arasında olması gerekmektedir. Fakat sertleştirici kullanılarak sertleşme hızlandırılabilirdiği gibi, sıcaklığın düşürülmesi de mümkün olmaktadır. Bu maksatla, paraformaldehit veya potasyum karbonat kullanılabilir.

1.5.5.2. Hidrofobik Maddeler

Yonga levha üretiminde tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini, kalınlık artışını önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, dış tabakada tam kuru yonga ağırlığına oranla %0.5–1.5, orta tabakada ise %1,5–2,5 oranında parafin kullanılmaktadır.

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

Yapılan bir çalışmada, maleik anhidrit kullanımı yonga levhalara su iticilik kazandırmıştır (Büyüksarı, Ayrılmış ve Akbulut, 2012). Diğer bir çalışmada, proponik anhidrit kullanımı yonga levhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır (Kartal and Clausen, 2001).

1.5.5.3. Koruyucu Maddeler

Yonga levhalarda, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA-Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal and Clausen, 2001).

Yanmayı önleyici madde olarak ise; borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler tercih edilmektedir. Yonga levha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Grexa and Lübke, 2001).

Böcek, mantar ve diğer biotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Rutubet %18'den fazla ise mantarların derhal yonga levhaya arız olduklarını araştırmalar göstermiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır.

Fenol formaldehitle üretilen yonga levhalar için, özgül ağırlık arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12'den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artar. Aminoplastik tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfite tutkalı ile yapıştırılmış levhalar mantara karşı hassastır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2012).

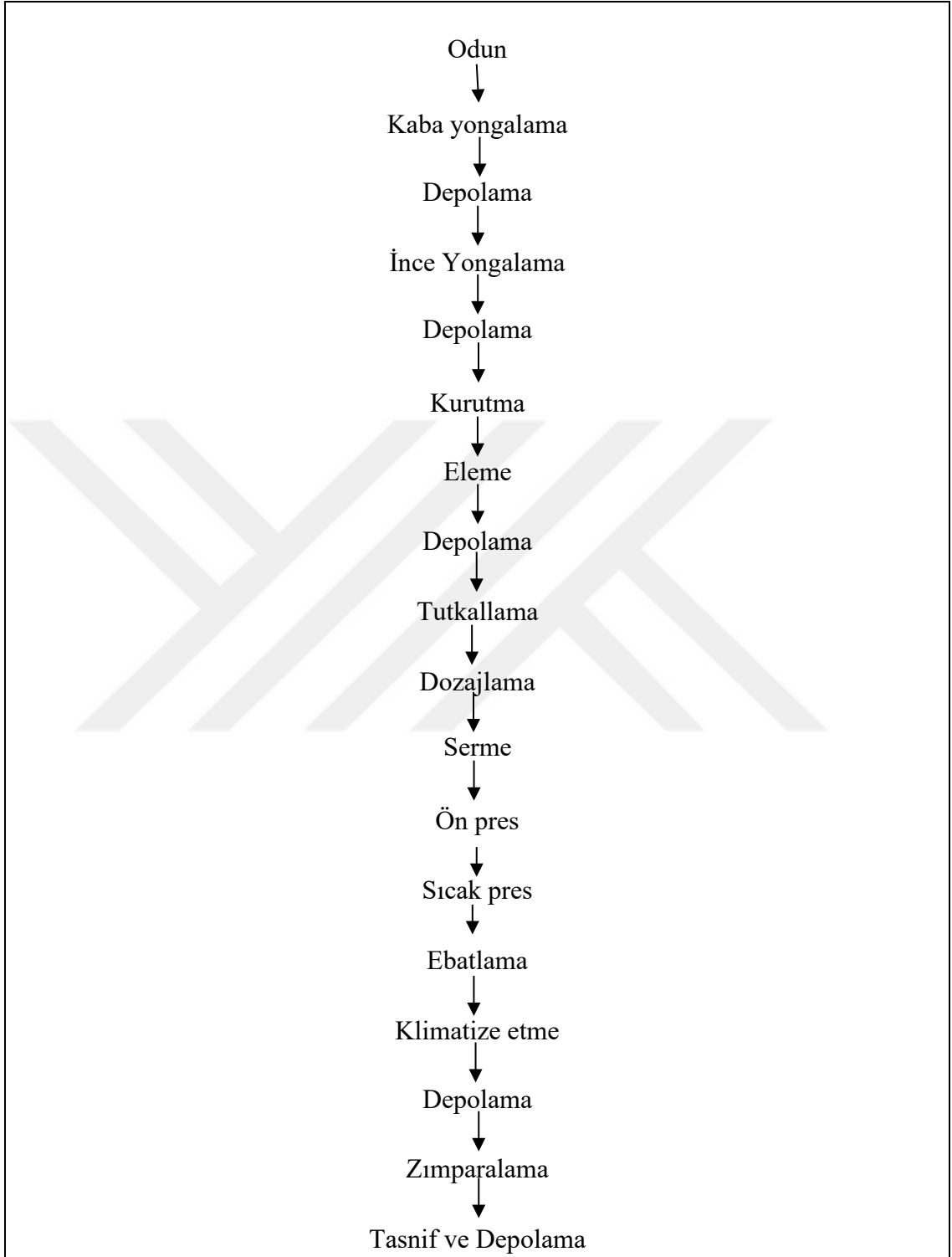
Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir;

- Yonga levhalar koruyucu çözelti ile emprenye edilir veya çözelti yonga üzerine tutkallama veya kurutma işleminden önce püskürtülür.
- Koruyucu madde tutkal çözeltisine karıştırılır.
- Koruyucu madde çözeltisi tutkallanmış yonga üzerine püskürtülür.
- Toz haldeki koruyucu tutkallamadan önce, sonra veya tutkallama sırasında yonga ile karıştırılır.
- Levha üretildikten sonra emprenye işlemi, püskürtme veya sürme yöntemlerinden biri ile koruyucu önlem alınır.

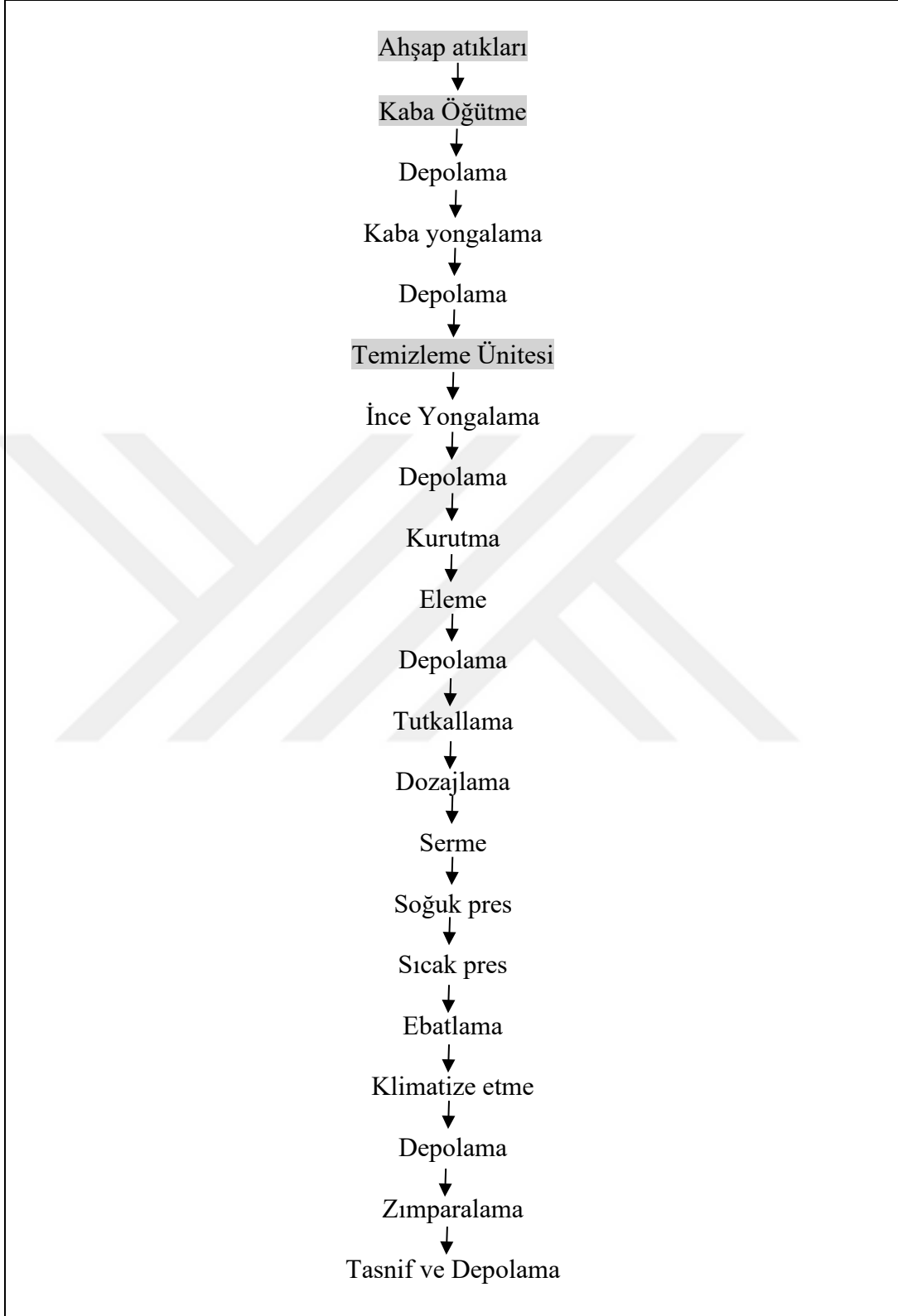
Yonga levha üretiminde kullanılan yongalar propionik anhidrit ile muamele edilmiş ve mantar çürüklük deneyi yapılmıştır. Yapılan uzun süreli testler sonucunda (6 yıl) propionik anhidritle emprenye edilmiş yongalardan üretilmiş yonga levhaların mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Papadopoulos, 2010).

1.6. YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Yonga levha üretim şeması kısacası şekil 1.3' te gösterildiği gibidir Ancak ahşap atıkları ile üretilen yonga levhanın üretim şeması genele göre bazı farklılıklar göstermektedir ve şekil 1.4' te gösterilmiştir. Geleneksel yonga levha üretimine göre en bariz farklılık ahşap atıklarının içerisinde aşırı miktarda plastik, tekstil atığı, metal vb. maddeler olduğundan bunların ayrıştırılmasıdır. Bu ayrımı yapmak için ince yongalama öncesinde temizleme ünitesi mevcuttur ve malzeme içerisindeki yabancı maddeler emiş yöntemi, yoğunluk farkı yöntemi ve metal ayırıcılar yardımıyla ayrıştırılmakta ve sadece ahşap malzemelerin kalması sağlanmaktadır.



Şekil 1.3. Genel yonga levha iş akışı.



Şekil 1.4. Ahşap atıklarından elde edilen yonga levha iş akışı.

1.6.1. Hammaddenin Depolanması

Yonga levha üretiminde kullanılan hammaddeler lignoselülozik materyalleri içermektedir. Bir fabrika deposunda en az 6-12 ay yetecek kadar materyalin bulunması gerekmektedir. Biyokütle kaynakları organik yapıya sahip olduklarından çürümeye karşı dirençli değildir. Bu nedenle depolarda çürümeye karşı önlemler alınmalıdır. Hammaddenin rutubetinin %30-65 arasında olması arzu edilir. Depolarda rutubet kaybına karşı önlemlerin alınması ve hammaddelerin gruplandırılarak depolanması gereklidir (Güler ve Sancar, 2016).

Ahşap atıklarının deponlanması normal odun hammaddesine göre daha zordur. Çünkü dış tedarikçiler yardımıyla alınan malzemeler kaba olarak kırılmış olarak alınmakta ve taşıma esnasında taşıma kapatesi düşmektedir. Bununla birlikte hammadde sahasına alınan malzeme yer açısından planlı depolanmalıdır. Ahşap atıkları içerisinde cam, metal gibi yabancı malzemeler olduğundan güneş etkisiyle mercek etkisi yapıp yangına sebebiyet verebilir bu yüzden istif boyu 8 m istif eni ise 20 m üzerinde olmamalıdır.

1.6.2. Kaba Yongalama

Levhanın kalitesi; üretilen yongaların geometrisine bağlıdır. Kapalı bir yüzey sağlamak için dış tabakalarda küçük yongalar kullanılması yüzey işlemleri ve mekanik özellikleri için önemlidir. Orta tabaka yongaları ise biraz daha kaba boyutlu olabilir. Dış ve orta tabaka yongalarındaki bu farklı fiziksel yapı yongalama makinelerinde sağlanmaktadır. Dış tabaka yongaları, genellikle kesici aletlerle liflere paralel yönde kesmek suretiyle (bıçaklı yongalayıcılar) elde edilen ince yongalardır. Bunlara, kesme yongası da denilmektedir. Liflere dik veya az meyilli kesilen odun parçalarına ise kaba yonga denmektedir. Bunlar genellikle orta tabaka yongaları olup çekiçli değirmenlerde üretilirler (Güler ve Sancar, 2016).

Uygun yonganın üretilmesi iki ayrı yongalama sistemi ile gerçekleştirilmektedir. Birinci sistemde, önce kaba yongalar üretilir, daha sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde kullanıma uygun duruma getirilirler. Bu tip yongalar genellikle orta tabakada kullanılmaktadır. Kullanılan makineler silindir veya diskli kaba yongalama makineleridir (Güler ve Sancar, 2016).

Makinelerin besleme ağızlarına bağlı olarak odunlar, ya liflere dik olarak ya da 45° lik açı yapacak şekilde kesilirler. İkinci sistemde ise, yuvarlak odundan doğrudan levha üretimine uygun kalınlık ve uzunlukta fakat genişlik sınıflandırılması olmayan yongaların

üretimidir. Bu yongalar, kademeler arasında taşınırken kendiliğinden parçalanabileceği gibi önce yongalama makinelerinde küçültülebilirler. Bunlara normal yonga denilmektedir. Normal yongalama da diskli ve silindirik yongalama makineleri kullanılmakta ve genellikle liflere paralel yönde kesme yapılır (Güler ve Sancar, 2016).

Ahşap atıklarından yonga levha üretiminde kesme işlemi yapılamaz bu yüzden kaba yongalayıcı olarak çekiçli değirmenler kullanılmaktadır. İlk olarak benzer mantıkla çalışan kaba öğütme makinalarından geçen malzeme kaba yongalama için tekrar çekiçli değirmenden geçirilmektedir. Şekil 1.5’ te kaba öğütme makinası gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Kaba öğütme makinası.

1.6.3. İnce Yongalama

Kaliteli levha üretimi için yongaların ince, kalınlığının homojen ve her iki yüzünün birbirine paralel olması şarttır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların genellikle 0.15-0.25mm, orta tabakalarda kullanılacakların ise 0,3-0,5 mm kalınlıkla olması tercih edilir. Kaliteli bir levha üretmek için yonga yüzeylerinin pürüzsüz ve tutkal ile muamele işleminin sağlıklı yapılması istenir (Güler ve Sancar, 2016). (Güler ve Sancar, 2016). Yongalar kesme ve kırma yöntemiyle inceltilebilmektedir.

Ahşap atıklarının ince yongalanması genel yonga levha akışına göre farklılıklar göstermektedir. Normal tesislerde kesme ve kırma yöntemi ile ince yonga eldesi

yapılabilirken ahşap atıklarının üretiminde sadece çekiçli değirmenler kullanılarak elde edilmektedir. İstenilen yonga kalınlığı ise çekiçli değirmenlere takılan elekler yardımıyla ayarlanabilmektedir.



Şekil 1.6. İnce yongalama makinası.

1.6.4. Yonga Kurutma

Presleme esnasında pres sıcaklığı yüzeylerden levhanın ortasına doğru ilerler. Yonga ve tutkal çözeltisi içerisinde rutubetin büyük bir kısmı sıcaklığın etkisiyle levha ortasına doğru ilerler. Az bir kısmı da yüzeylerden kenarlara doğru bir eğimle levhadan buharlaşarak atılır. Orta tabakaya olan eğimin etkisiyle levhaların ortasında buhar kabarcıkları oluşabilir. Buhar, levha preste iken uzaklaşamaz ise pres açıldığında yüzeylerin bozulmasına ve/veya levhaların patlatmasına neden olabilir. Üretici için arzu edilmeyen bu problemin çözümü için ya tutkalın formaldehit oranının veya sertleştirici oranının artırılması ya da presleme süresinin uzatılması gerekmektedir. Formaldehit miktarının artması kanserojen etkisi nedeniyle arzu edilmez. Sürenin uzatılması ise fabrikanın kapasitesini düşürmektedir. Bu nedenle levhanın presten çıkış rutubetine bağlı olarak, yongaların % 1-3 rutubete kadar önceden kurutulması gerekir (Güler ve Sancar, 2016).

Kurutma makinelerinde sevk edilen yongaların rutubetleri, genellikle % 35-120 arasında değişmektedir. Presleme tekniği ve ısı iletiminin hızlanması bakımından, dış tabaka yongaların rutubetlerinin orta tabaka rutubetinden % 1-2 daha fazla olması arzu edilmektedir. Bu, yongaların farklı rutubet aralıklarında kurutulması ile sağlanabileceği gibi dış tabakaların ıslatılmasıyla (su pulverize edilmesiyle) da gerçekleştirilebilir. Ayrıca dış tabaka yongalarında daha fazla oranda tutkal kullanılması da rutubet oranını artırır (Güler ve Sancar, 2016).

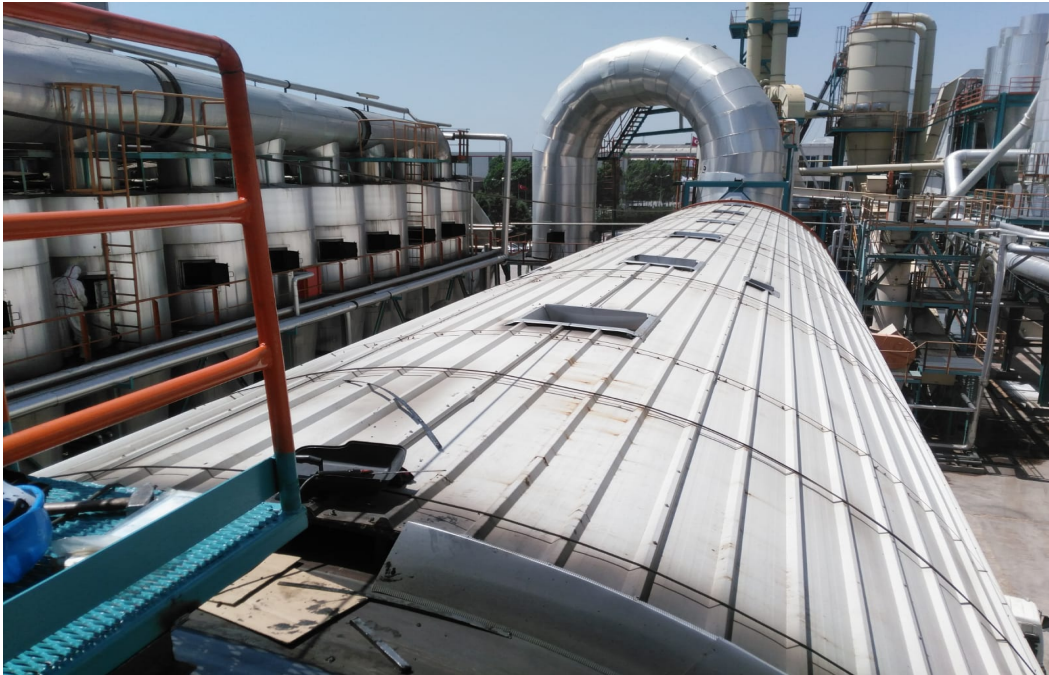
Kaliteli levha üretmek için yonga boyutlarının homojen olması gereklidir. Fakat kullanılan materyalden kaynaklanan nedenlerden dolayı homojen boyutlarla yonga üretimi güçtür (Güler ve Sancar, 2016).

Yonga boyutlarında homojenlik iki sistemle sağlanabilir. Bunlar;

- Karışımında bulunan çok kaba ve çok ince yongaların uzaklaştırılması,
- Yongaların, boyutlarına göre arzu edildiği kadar gruplara ayrılmasıdır.

Bu amaçla mekanik çalışan elekler ve pnömatik tasnif makineleri kullanılmaktadır. Yonga levha fabrikalarında; kaba, ince, kuru ve tutkallanmış yongaları depolamak için silolardan faydalanılır (Güler ve Sancar, 2016).

Kurutma için literatürde birçok kurutma teknolojisi kullanılır ve genellikle döner tamburlu kurutucular tercih edilmektedir.



Şekil 1.7. Döner Tamburlu Kurutucu.

Üretim sırasında, yongalar makineler arasında taşınması gerekmektedir. Taşıma esnasında yonga kalitesi bozulmaktadır. Ayrıca taşıyıcıların kapasiteleri makinelerin kapasiteleri ile uyumlu olmalıdır. Bu sebeple, taşıyıcıların seçiminde yongaların cinsi, ağırlık, hacim ve rutubet gibi özellikler dikkate alınmalıdır. Yongaların fabrika içinde hareketleri mekanik ve/veya pnömatik olarak sağlanır (Güler ve Sancar, 2016).

1.6.5. Yongaları Tutkallanması

Yonga levha üretiminde, yongaların yan yana dizilmesi ile oluşturulduğu var sayılan her m² yonga yüzeyinde 2 gr tutkal kullanılması öngörülmektedir (Yıldız, 1994). Bu tutkallama kalitesini sağlamak için tutkal miktarı tam kuru yonga ağırlığına oranlanarak hesaplanır. Çok az oranda kullanılan tutkalın tüm yongaların yüzeyini örtmesi beklenmez. Fakat tutkalın enjektörler vasıtasıyla pulverize edilmesi ile tanecik çapı küçültülerek mümkün olduğu kadar fazla yüzeyin tutkallanması sağlanabilir. Bu amaçla hava girdaplı, yüksek basınçlı ya da merkezkaç enjektörlerinden biri kullanılmaktadır.

Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, prese kadar sertleşmeyi geciktirici (özellikle yaz ayarlarında kullanılır), hidrofobik ve zararlılara karşı koruyucu maddelerin karışımı ile elde edilir.

Üretim devam ettiği sürece, tutkal karışımının hazırlanması belirlenen reçete oranlarına göre otomatik olarak yapmaktadır. Orta tabaka ve yüzey tabaka tanklarının içerisinde seviye elektrotları bulunmakta olup tutkal karışım hazırlama isteği bu elektrotlarla verilir. Tutkal isteği komutu algılandıktan sonra tutkala hazırlama şişelerinde hacim esaslı olarak belirlenen reçete oranlarında tutkal, su ve sertleştirici karıştırılarak tutkal hazırlanır.

Hazırlanan çözelti pompalar vasıtasıyla tutkallama makinesine iletilir ve yongalar üzerine hacim veya ağırlık esasına göre dozajlamak suretiyle fasılalı ya da fasılasız olarak püskürtülür.

Tutkallamada homojenliği sağlamak için tutkallama makinesinden çıkan yongaların homojenleştirme depolarında iyice karıştırılması gerekir. Depolar iki adet olup, birincisi alt ve üst tabaka, diğeri ise orta tabaka yongaların homojenleştirilmesinde kullanılmaktadır.

Yongalar dozaj bunkerlerinde, belirli miktar yongaya belirlenen oranda tutkal vermek üzere, 1500 mm mesafede ölçüm yapan bant kantarı ile ölçüm yapılarak dozajlama işlemi gerçekleştirilir. Dozajlama işleminden sonra yongalar tutkalla karıştırılmak üzere

kariştırıcıya gönderilir. Yüzey tabaka bunkerinde ise ince malzeme yongasına belirlenen oranda tutkal karişımı verilmek üzere dozajlama işlemi yapılır. Orta tabaka konvey r nde olduğu gibi 1500 mm mesafede bant kantarı kullanılarak dakikada geçen yonga miktarı hesaplanır ve tutkal, pompalar vasıtasıyla sevk edilerek gereken miktarda blenderlerde kariştırılır (Güler ve Sancar, 2016).

Ahşap atıklarını kullanarak üretilecek yonga levhalarda hammadde rutubeti düşüktür. Çünkü malzemeler daha önce ısıl işlem görmüş olduğuundan %20-%50 rutubet aralığındandır. Bu yüzden materyali kurutmak için gerekecek ısı ihtiya ı daha az olmaktadır. Isı ihtiya ının az olmasıda enerji giderini d ş re eğinden levha maliyetine ayrı bir katkı sağlamaktadır. Kurutma makina teknolojisi olarak genel yonga levha tesisleriyle ile benzerdir.

1.6.6. Serme

Sermenin levhanın her noktasında homojen ve levhanın ortasındaki kalınlık eksenine göre alt ve üst yarının aynı özelliklerde olması gerekmektedir. Serme işlemi, dökme, r zg rlama veya savurma yöntemlerinden biriyle yapılarak kalınlığı levha kalınlığının 3 ila 20 katı kadar olan ge şek bir keçe oluşturulur.

Tutkallanmış yongalar bantlı konveyörle taşınır. Dış tabaka yongası blender çıkışından bantlı konveyörle alındıktan sonra SL1 ve SL2 istasyonlarına dağıtıcı klape ile ayırımı yapılarak gönderilmektedir. Bantların önünde mıknatıs yer alır. Orta tabaka yongası blender çıkışından yine bantlı konveyörle taşınır ve CL önce malzeme disk şeklindeki dağıtıcıdan geçirilir. Blenderden gelen sıkışmış haldeki tutkallı yonga kütlesi burada diskli dağıtıcı ile ayırımı yapılarak CL istasyonlarına gönderilir. SL ve CL istasyonlarının doluluk oranları bunker yanlarındaki sensörlere göre ayarlanır. Diğer bütün aksamalar metal sacdan ibarettir. Sensörün verdiği bilgiye göre dağıtıcı klape pozisyonunu otomatik ayarlar. Bunkerlerin eşit şekilde dolmasını sağlamak için bunkerler üzerinde ileri geri hareket eden dağıtıcı bant kullanılmıştır. Bant dağıtma görevini tam olarak yaparak bunkerin içerisini sağ ve sol kenarlarının eşit olarak dolmasını sağlar.

Orta serme mekanik olarak yapılmaktadır. Diskli dağıtımdan geçen tutkallı yongalar klape ile CL ayırımı yapıldıktan sonra orta serme bunkerlerine alınmaktadır. Serme bunkerlerinde tırmıklar sabittir. CL içerisinde istenmeyen toz miktarı arttığında seviye sensörlerinde problem yaratmaktadır. Bu nedenle arka kapak açılarak zaman zaman sensör önündeki yapışan tozlar hava tutularak uzaklaştırılmaktadır. Yongalar

dozajlandıktan sonra çivili silindirden geçirilerek V şeklindeki ruloların üzerine dökülmektedir. Mekanik sermede rulolar üzerinden iri yongalar ileri serilmekte ince yongalar ise daha yakına düşmektedir. Orta sermede hava emişleri sürekli kontrol altında tutulmaktadır. Emişlerde herhangi bir problem olduğu zaman melamin preste yüzey problemleriyle karşılaşmaktadır. Bu tozlar pasta yüzeyine serilememektedir. Devamlı havada uçuşarak şutlara veya serme yan duvarlarına yapışmakta ve birikme yaptığı zaman da pasta yüzeyine düşmektedir. Bu tozların metal aksamlara yapışmadan havada iken emiş hattı ile emilerek filitrelenmesi gerekmektedir.

Orta tabaka ve yüzey tabaka yongaları karışık şekilde serme istasyonu bunkerine bantlı konveyörle alınır. Serme istasyonunda pnömatik olarak serme işlemi yapılır. Serme makinesi içerisinde yongaları ayırmak için iki adet ön kısımda iki adet arka kısımda olmak üzere toplam 4 adet elek bulunmaktadır. Serme işlemi serme bandı üzerine yapılmaktadır. Serme işlemi tamamlandıktan sonra levha sıcak prese alınır (Güler ve Sancar, 2016).

1.6.7. Presleme

Yonga levha endüstrisinde genellikle sıcak ve soğuk olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denilir ve basıncı 15-20kpcm-2 arasında değişmektedir.

Yonga levha taslağı, levha özelliğini sıcak preste kazanır. Tesisin kapasitesi sıcak prese bağlıdır. Sıcak presleme esnasında basınç ve sıcaklığın etkisiyle yongalar plastikleşir ve stabil bir malzeme oluşur. Sertleşme süresi; pres süresi ve levha tipi, taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma süresine bağlıdır.

Yonga levha endüstrisinde; tek ve çok katlı olmak üzere iki çeşit pres kullanılmaktadır. Tek katlı presler ise fasılalı ve sonsuz presler olarak gruplandırılabilir. Ülkemizde bir çok fabrikada fasılasız yani sürekli presleme sistemine sahip Contiroll (Simpelkamp marka) pres kullanılmaktadır. Günlük maksimum kapasite 1500-3000 m³'ü bulmaktadır. Fasılalı presler ise tek katlı veya çok katlı presler olarak kullanılmaktadır. Çok katlı preslerin günlük kapasiteleri 250-500 m³'dür. Kat sayısı 4-22 arasında istenilen duruma göre değişebilir. Türkiye' de genellikle 6-12 katlı presler bulunmaktadır. Bu preslerde sıcak pres ısıtma plakası genişliği 2210 mm'dir.

Basınç miktarı 150–270 bar arasındadır. Günde 250–500 m³ levha üretme kapasitesine sahiptir.

Tek katlı preste basınç iki adet yüksek basınç pompasıyla sağlanmakta ve pompa odasındaki akülere 270 bar olacak şekilde yüklenmektedir. Pres plakasını ısıtmak için termo-oil kullanılmaktadır. Üretim esnasında kızgın yağ sıcaklığı 210°C civarındadır. Levhalar 110–150 sn presleme süresi sonunda presten çelik bant hareketi ile yıldız soğutucuya alınırlar. Sürekli pres siteminde 5 bölge vardır (Güler ve Sancar, 2016);

1. bölge; Pastanın istenilen kalınlığa getirilmesi için ilk basınç uygulanan bölgedir. Pasta ilk olarak sıcaklıkla burada temas eder. Pastanın en yüksek sıcaklığa ve en yüksek basınca maruz kaldığı yer 1. bölgedir.
2. bölge; Levhadaki sıcaklık yüzeydeki suyu ısıtarak su buharının orta tabakaya iletilmesi sağlanır. Böylece orta tabakanın sertleşmesi sağlanır.
3. bölge; Levhada tutkal reaksiyonunun asıl tamamladığı ve levhanın oluştuğu yerdir.
4. bölge; Üretim reçetesinde yer alan levha kalınlık miktarı kalınlık ölçer cihazı ile ölçülerek kalınlık ortalaması değerine göre levha kalınlığı ayarlanmaya çalışır. Bu işlem otomatik haberleşme sistemiyle girilen sete göre yapılır.
5. bölge; Levhanın presi terk etmeden önce sıcak buharın atıldığı ve ilk soğumaya başladığı bölgedir.

1.6.8. Ebatlama

Sıcak presten çıkan levha önce kenar kesme testereler ile eni yönde ebatlanır daha sonra boy kesme testereleri ile levhanın boyu istenilen uzunlua göre ayarlanır. Genellikle testereler tesislerde yedeklidir ve sürekli sistemlerde testereler en az günde 1 kez değiştirilir, tesisler bu işlem için durdurulmaz (Güler ve Sancar, 2016).

1.6.9. Klimatize Etme

Presten çıkan levhalarda, sıcaklık ve rutubet dağılımı homojen olmadığı için levha içerisinde iç gerilmeler söz konusudur. İç gerilmelerin levha kalitesini bozmasını önlemek için; soğutma kanalı veya yıldız soğuruculardan biri kullanılarak üretilen levhalar hızla soğutulurlar. Yüzey kalitesini iyileştirmek için zımparalanan levhalar olgunlaştırma hangarlarına alınırlar. Düz bir altlığın üzerine üst üste konulmak suretiyle istiflenen levhalar depoya yerleştirilir. Depolar 18-22°C sıcaklıkta, % 60-65 bağıl nemi bağıl nemde olmalıdır (Güler ve Sancar, 2016).



Şekil 1.8. Yıldız soğutucu.

1.6.10. Zımparlama

Mobilya endüstrisinde kullanılacak olan, presleme işleminden çıkan yonga levhalar, doğrudan kullanıma hazır değildir. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için Şekil 1.9’ da gösterilen ve genellikle 2-4 kafalı zımparalama makineleri ile zımparalanır. Zımpara makineleri genellikle 2 parçadan oluşmaktadır. İlk makine levha yüzeyinin fazla kalınlığını almakta 2. Makine ise son kalınlığı ayarlamakta ve levha yüzeyini silerek düzgün yüzey elde edilmesini sağlamaktadır.



Şekil 1.9. Zımpara makinası genel görünüşü.

1.6.11. Levhaların tasnif edilmesi ve Sınıflandırılması

Zımparada kalite gruplarına göre ayrılan levhalar ambarda en az 1 gün bekletilir. Bu bekeleme sebebi levha içerisindeki reaksiyonun bitmesi ve hem levhanın yüzeyinin tam sertleşmesinin sağlanması hemde içerisindeki formaldehit emisyonunun düşmesidir. Daha sonra levhalar belirlenen kusurlara göre sınıflandırılmaktadır. Ebatsal hatalarda ± 5 mm tolerans esas alınmaktadır. Görsel sınıflandırılmada ise levha yüzeyinde melamin kaplama kısmında sorun oluşturacak tüm lekeler ve kusurlu olan levhalar 2. Kalite olarak ayrılmaktadır. Sınıflandırılan levhalar 18-24 °C sıcaklıkta %60-65 rutubet de olan depolarda alt ve üst kısmına 1. Kalite levhaları korumak için koyularak stoklanır. Şekil 1.10' de levhaların istiflenmesi görülmektedir.



Şekil 1.10. Levhaların istiflenmesi.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. MATERYAL

2.1.1. Deneme Levhaların Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

2.1.1.1. Evsel ve Endüstriyel Ahşap Atıklar

Deneme levhalarının üretiminde; % 100 oranda evsel ve endüstriyel ahşap atıklar kullanılmıştır. Elde edilen ahşap atıkları İtalya' nın tüm bölgelerinden atık toplama şirketleri tarafından temin edilmiştir. Üretimde işlenmemiş hm odun kullanılmamıştır. Levha yapımında ahşap atıklarından elde edilen yonganın tüm proses aşamalarındaki rutubet ve yoğunluk değerleri Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Üretimde Kullanılan malzemenin rutubet ve yoğunluk değerleri.

	Rutubet (%)	Yaş Yoğunluk (kg/m ³)	Kuru Yoğunluk (kg/m ³)
İnceltilmiş Yonga	26,64	183,13	144,61
Kurutucu Öncesi	24,2	200,23	161,22
Kurutucu Sonrası	1,34	169,76	167,52
OT Yongası	2,78	175,25	170,51
Tutkallı OT Yongası	6,02	195,63	184,53
DT Yongası	3,46	167,18	161,59
Tutkallı DT Yongası	11,41	207,50	186,25

2.1.1.2. Hidrofobik Madde

Levhaların su alma ve şişme miktarını azaltmak için parafin kullanılmıştır. Parafin hidrofobik bir madde olup ticari parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde düz zincirli hidrokarbonlardır. Molekül ağırlığı 360-900 arasında değişebilir ve genellikle 20-30 karbonlu bileşiklerdir. Erime noktası 50-100°C arasındadır. Katı madde oranı % 50 olan beyaz renkli parafin emülsiyonu kullanılmıştır. Tam kuru yongaya oranla dış için % 0,40, orta tabaka için % 0,50 oranlarında parafin emülsiyonu katı madde üzerinden hesaplanılarak verilmiştir.

Çizelge 2.2. Kullanılan parafin emülsiyonunun özellikleri.

Özellikler	Değerler
Katı Madde (%)	50
Yoğunluk (gr/cm ³)	0,96
pH	9-10
Viskozite (sn)	13-23

2.1.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde dış tabakada tutkal katı madde miktarına göre amonyum sülfat % 35' lik çözeltisi % 0,80 katı oranında, orta tabakada ise yine % 35' lik amonyum sülfat çözeltisi % 2 katı oranında kullanılmıştır. Literatürlerde genel olarak amanyum klorür kullanılmaktadır. Ancak klorür son yıllarda tesislerde kullanılan elektrostatik filtrelerde metal aksamaları aşındırdığından amonyum sülfat tercih edilmektedir.

Çizelge 2.3. Kullanılan sertleştirici çözeltisinin özellikleri.

Özellikler	Değerler
Katı Madde (%)	35±1
Yoğunluk (g/cm ³)	1,06
pH	6,30

2.1.1.4. Tutkal

Yonga tutkallamasında, tam kuru yongaya oranla dış tabaka için % 11, orta tabaka için ise % 7 tutkal katısı kullanılmıştır. Kullanılan tutkal katı madde oranı % 65, E1 tip, 1,15 mol üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

Çizelge 2.4. Kullanılan üre formadehit tutkalının özellikleri.

Özellikler	Değerler
Katı madde (%)	65
Viskozite (cps)	280
Akma zamanı (sn)	62
pH	8,26
Yoğunluk (g/cm ³)	1289
Jell time (sn)	62

2.2. YÖNTEM

Deneme levhaları Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi Tic. A.Ş./İTALYA fabrikasında farbrikasyon ortamında gerçek üretim şartlarına göre üretilmiştir. Evsel ve endüstriyel ahşap atıklarından üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır.

2.2.1. Deneme Levhaların Üretimi

Deneme levhaların üretimi fabrika ortamında tamamen evsel ve endüstriyel atıklardan elde edilen yongalar kullanılarak sürekli preste üretim gerçekleştirilmiştir.

Hammade olarak her türlü ahşap geri dönüşüm atıkları, masa, sandalye, koltuk, ahşap tabela, mobilya vs. ve endüstriyel atıklardan palet, kapak, yonga levha, mdf ve osb atıklarının tümü kullanılmıştır.

Yongaların elde edilmesinde normal yonga levha üretimlerinden farklılıklar göstermektedir. Temin edilen geliş güzel parçalanmış ahşap atıkları ilk olarak çekiçli değirmen ile kaba öğütme işleminden geçmiştir. Daha sonra yine çekiçli ve elekli bir değirmenden daha geçirilerek kaba yongalama yapılmıştır. Burada amaç büyük parçalar halinde gelen hammaddeyi 2 aşama halinde ince yonga elde edilebilecek hale getirmek ve içerisindeki metal gibi yabancı maddeleri küçük parçalar haline getirerek sistemden ayırmakda kolaylık sağlamaktır.



Şekil 2.1. Kaba öğütme makinası.

Kaba yongalanan yongalar beton siloya bandlı konveyörler aracılığıyla taşınmıştır. Yonga karışımı içerisindeki metal, cam, plastik, tekstil vb. atıkların ayrıştırılması için helezonlar ve kovalı elevatörler aracılığıyla temizleme ünitesine gönderilmiştir. Burada öncelikle mekanik diskli elekten geçen malzeme içerisindeki kaba parçalar sistemden dışarıya atılmaktadır. Geriye kalan malzemeler içerisindeki yabancı maddeler metal dedektörler, havalı elekler, yoğunluğa göre ayırım yapan mekanik elekler yardımıyla ayrıştırılarak ince yongalama yapılması için ince yongalama yapacak olan elekli çekiçli değirmenlere sevk edilmiştir. Çekiçli değirmen eleklerinden geçene kadar kırılan yongalar zincirli konveyörlerle yaş yonga silosuna gönderilmektedir. Şekil 2.2’ de çekiçli değirmen görülmektedir.



Şekil 2.2. Çekiçli değirmen.

Gelen malzeme yapısına göre eleme işleminde 1-10 mm aralığında elekler kullanılmıştır. Yongalar giriş sıcaklığı 250 °C ve çıkış sıcaklığı 105 °C olan döner tamburlu kurutucuda % 1,5-2,5 rutubete kadar kurutulmuştur. Kullanılan hammadde daha önce kurutma işlemine uğradığından dolayı normal ağaç malzeme kurutma işlemine göre düşük sıcaklıklar kullanılmıştır. Ahşap atıklarının işlenmemiş ham halinin rutubeti % 20-50 arasında değişmektedir. Şekil. 2.3’ de döner tamburlu kurutucu gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Döner tamburlu kurutucu.

Kurutulan yongaların tasnif edilmesi için sarsak elekler ile mekanik eleme işlemine tabi tutulmuştur. Eleme sonrasında kaba yongalar zincirli konveyörler ile kuru değirmenlere sevk edilerek inceltilip tekrar eleme işlemine tabi tutulmuştur. Boyutları 1 mm^2 ve üzerinde olan yongalar orta tabaka silosuna, $1-0.25 \text{ mm}^2$ arasında olan yongalar dış tabaka silosuna, 0.25 mm^2 den küçük olanlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere yakıt silosuna gönderilmiştir. Daha sonra her iki tabaka silosundan alınan malzeme üretim hızına göre kantarlar yardımıyla ağırlığı ölçülerek tutkallanmak üzere blenderlere gönderilmiştir. Burada öncelikle yonga yüzeyini su almaya karşı korumak için hava ile püskürtme yöntemi ile parafin püskürtülmektedir. Daha sonra tutkal, sertleştirici, kollektör içerisinde karıştırılarak yine hava ile pulvarize edilerek yonga üzerine püskürtülür. Burada atro geçen yonga miktarına göre dış tabaka için % 11 tutkal katısı, % 0,40 parafin katısı, % 0,80 sertleştirici katısı verilmiştir. Orta tabaka için ise % 7 tutkal katısı, % 0,50 parafin katısı, % 2 sertleştirici katısı verilmiştir.

Tutkallanan malzemeler levha taslağı haline getirilmek üzere serme hattına gönderilmiş ve orta tabaka mekanik serme ile dış tabaka ise havalı serme ile serme bandı üzerinde

levha taslağı oluşturmıştır. Ön preste levha matı içerisindeki hava boşluğunu almak ve levha taslağına son şeklini vermek için 100-150 kg/cm² basınç uygulanmıştır. Sıcak preslemede, pres boyunca 5 farklı bölgede farklı basınç ve sıcaklıklar ile preslenmiştir. Pres basınçları 1. Bölgeden itibaren sırası ile 330-280-200-120-80 N/cm²' dir. Pres sıcaklıkları bölgelere göre 220-210-200-190-175 °C' dir. Pres hızı sürekli sistemde 350 mm/sn olarak levhalar preslenmiştir. Üretilen levhalar 18 mm kalınlığında üretilmiştir. Yonga levhalarda hedeflenen özgül ağırlık 690 kg/m³ ve dış /orta tabaka yonga kullanım oranları ise % 40/60 'dir. Levha yoğunluğunun normal standartlara göre yüksek olmasının sebebi ısıtıl işlem görmüş malzemenin direnç özelliklerini iyileştirmek amaçlıdır. Deney levhalarının üretiminde kullanılan hammadde Kastamonu Entegre Ağaç San. Ve Tic. A.Ş. İTALYA tesisleri yonga levha fabrikasında elde edilmiştir. Çizelge 2.5' de levhaların üretim şartları, 2.6'da ise üretim reçetesi gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Levhalarının üretim şartları.

Pres sıcaklığı (°C)	220-175
Pres hızı (mm/s)	400
Pres Türü	Sürekli Pres
Pres basıncı (N/cm ²)	330-80
Kalınlık (mm)	18
Levha boyutları (mm)	600 x 2100

Çizelge 2.6. Levhalarının üretim reçetesi.

Dış tabaka (%)	40
Orta tabaka (%)	60
Levha yoğunluğu (kg/m ³)	690
Üretilen levha miktarı (adet)	20
Tutkal Miktarı (DT-OT)	11 - 7
Sertleştirici (DT-OT)	0,80 - 2
Parafin (DT-OT)	0,40 - 0,50

Pres çıkışında yan ve boy kesme testereleri sayesinde üretim devam ettiği esnada 600x2100 ebatında rastgele yöntemle 20 adet levha numunesi alınmıştır. Alınan test numuneleri bir gün bekletilip testleri daha sonra yapılmıştır.

%100 atık ahşap malzemenin kullanıldığı denemede etkin ve net sonuç alabilmek adına presleme şartları ve kullanılan tutkal, sertleştirici miktarları tüm levhalarda aynı tutulmuştur.

2.2.2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Deneme levhalarının kalite özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler ilgili standartlara göre yapılmış ve aşağıda belirtilmiştir. Yapılan deneyler Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Tic. A.Ş./İtalya fabrika laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

2.2.2.1. Fiziksel Özellikler

2.2.2.1.1. Yoğunluk

Numunelerinin yoğunluk tayini TS EN 323 (1999) standardına uygun olarak yapılmıştır. Levha yoğunluğu, her bir deney parçası ağırlığının, hacmine oranı yoluyla elde edilmiştir. Levha yoğunluğu ölçülürken test parçaları zımparasız olarak alınmıştır.

Deney parçaları ebatları her test levhası için 50x50 mm olmalıdır. Parçalar, soğuma işleminden sonra 0.01 gr hassasiyetle tartılmıştır. Deney parçalarının ebatları TS EN 325 (1999)' e uygun olarak ölçülmüştür. Öncelikle, deney parçasının kalınlığı (t) 0.05 mm hassasiyetle ölçülür. Daha sonra, parça en ve boyu 0.1 mm hassasiyetle ölçülmüştür (TS EN 323, 1999). Tüm test parçalarının yoğunluğu “d” aşağıdaki 2.1 eşitliği ile hesaplanır ve kg/m³ olarak ifade edilir.

$$d = \left[\frac{m}{m \times y \times t} \right] \times 100 (\%) \quad (2.1)$$

Burada;

m : deney parçasının ağırlığı (g),

x : deney parçasının en uzunluğu (mm),

y : deney parçasının boy uzunluğu (mm),

t : deney parçasının kalınlığı (mm).

Her levhadan levha eni boyunca toplam alınan 20 test parçası için bulunan yoğunluk değerinin ortalaması levhanın veya partinin yoğunluğunu vermektedir.

2.2.2.1.2. Rutubet

Levhaların rutubet miktarları TS EN 322 (1999)'a uygun olarak belirlenmiştir. Deney levhasından 50X50 mm ebatlarda alınan 3 adet test parçasının örnek ağırlıkları ± 0.01 g hassasiyetle hassas terazide tartılmıştır. Parçalar tüm levhanın sol kenar, orta ve sağ kenardan belirtilen ölçülerde alınmıştır. Daha sonra kurutucuda 103 ± 2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlığa gelmeleri sağlanmıştır. Buna göre test parçalarının rutubeti (r) ; aşağıdaki 2.2 eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$r = \left[\frac{m_r - m_0}{m_0} \right] \times 100 \quad (\%) \quad (2.2)$$

m_r = İlk ağırlık (g)

m_0 = Tam kuru haldeki son ağırlık (g)

Deney levhalarından alınan 3 adet test numunesinin rutubet miktarlarının aritmetik ortalaması deney levhasının ortalama rutubetini vermektedir.

2.2.2.1.3. Kalınlığına Şişme Oranı

Yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu yonga levhaların kalınlığına şişme miktarının tayini TS EN 317 (1999) standardı esaslarına göre belirlenmiştir (TS EN 317, 1999). Test parçasının, su içerisine daldırılmasından sonra kalınlığında meydana gelen artış ölçülerek kalınlığına şişme oranı tayin edilir. Test parçasının ebatları 50x50 mm olan kare şeklinde olmalıdır. Test parçaları, % 65 ± 5 mutlak rutubet ve 20 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilmiştir. Her test parçasının kalınlığı TS EN 325 (1999)' e uygun olarak 0.01 mm hassasiyetle ölçülmelidir.

Test parçaları; su tankının içine kenarlara değmeyecek şekilde, dikine olarak, temiz ve durgun, pH 7 ± 1 ve sıcaklığı 20 °C olan su içerisine konulur. Test parçaları su yüzünden 25 ± 5 mm derinlikte olmalıdır. Test parçaları 2 saat süreli olarak suda bekletilmiştir. Bekleme süresinin tamamlanmasının ardından deney parçaları sudan alınır, fazla suyu temizlenir. Her test parçasının kalınlığı tam orta noktadan ölçülür. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 5 adet test parçası alınmıştır. Her test parçası için, kalınlığına şişme “ G_t ” yüzde olarak ifade edilir ve aşağıdaki 2.3 eşitliği ile hesaplanır:

$$G_t = \left[\frac{t_2 - t_1}{t_1} \right] \times 100 (\%) \quad (2.3)$$

Burada;

t_1 = test parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm)

t_2 = test parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm) dir.

Levhanın kalınlığa şişme oranı, o levhadan alınan bütün test parçalarının kalınlığına şişme miktarının ortalaması alınarak hesaplanır. Bu deneyde levhalardan alınan test numunelerine 2 saatlik kalınlığına şişme deneyi uygulanmış olup 24 saatlik test uygulanmamıştır. Çünkü 24 saatlik şişme testi çok dikkat edilen bir test değildir.

2.2.2.1.4. Su Alma Miktarı

Levhalardan 50x50 ebatında alınan test parçalarına 2 saatlik suda bekletme testi uygulanmıştır. Her levha için 5 adet test numunesi alınmıştır. Her test parçasının ağırlığı $\pm 0,01$ g hassasiyetle ölçülmüştür. Test parçaları; su tankının içine kenarlara değmeyecek şekilde, dikine olarak, temiz ve durgun, sıcaklığı 20 ± 1 °C olan su içerisine konulur. Test parçaları su yüzünden 25 ± 5 mm derinlikte olmalıdır. Test parçaları 2 saat süreli olarak suda bekletilmiştir. 2 saat sonunda sudan çıkarılan parçaların bir bez ile fazla suları temizlenir ve $\pm 0,01$ hassasiyetle hassas terazide ağırlıkları tekrar ölçülmüştür. Su alma miktarı aşağıdaki 2.4 eşitliği ile hesaplanmıştır;

$$S_a = \left[\frac{m_r - m_1}{m_r} \right] \times 100 (\%) \quad (2.4)$$

Burada;

S_a : Su alma miktarı (%),

m_y : Suda bekletilen parçanın ağırlığı (g),

m_1 : Klimatize edilmiş ilk parça ağırlığı (g)dir.

Her levhanın kalınlığa şişme oranı, o levhadan alınan bütün test parçalarının kalınlığına şişme miktarının ortalaması alınarak hesaplanır.

2.2.2.1.5. Formaldehit Emisyonu

Levhalarından açığa çıkan formaldehit miktarları belirlenirken bir çok metod kullanılmaktadır. Bunlar; Perferatör Metodu, desikatör Metodu, gaz Analizi Metodu, kabin Metodu, deney Odası Metodu, WKI şişe Metodu, kağıt Sorpsiyon Metodu

Formaldehit emisyonlarına göre yonga levhaların sınıflandırılması Çizelge 2.7' de verilmiştir.

Çizelge 2.7. Yonga levhaların formaldehit emisyonu sınıflandırılması.

Emisyon Sınıfı	Perferatör Değeri (mg/100g)
E0	<1,5
E1	<8
E2	>8

Genel olarak formaldehit emisyonu ölçümünde perferatör yöntemi kullanılmaktadır ve levhalara uygulanmıştır.

Formaldehit emisyonu TS 4894 EN 120 (1999)'e uygun olarak yapılmıştır. Bu yöntemde ekstraksiyon yolu ile levha içerisindeki serbest formaldehit belirlenmiştir. Toluen çözeltisi içerisinde kaynatılan test parçalarının serbest formaldehitin suya karışması sağlanmakta ve çözeltideki formaldehit oranı belirlenerek tam kuru levha ağırlığına oranlanarak hesaplanmaktadır.

Test uygulanacak levhalar 24 saat normal hava koşullarında bekletilmiştir. Daha sonra levhalardan 25x25 mm ebatlarında parçalar kesilerek kilitli poşetlere konulmuştur. 24 saat sonunda test parçalarından 110 ± 0.01 g olarak tartılarak perferatör cihazının cam balonu joje içine konulmuş ve üzerine 600 ml tolüen çözeltisi ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesine 100 ml destile su ile doldurulmuş sonrasında cihaza balonlu cam boru ile bağlanmalıdır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma yapılmaktadır. Kaynatma hızı toluenin dakikada 70-90 damla olacak şekilde ayarlanmalıdır. Ekstraksiyon işlemi toluenin ilk hava kabarcığının diltre kapağından geçtiği andan itibaren başlar ve 2 saat sürer. Daha sonra perferatör içerisindeki su bir ölçü kabına alınmış ve soğutulur. Daha sonra su balon joje içersindeki çözelti destile su ile 2000 ml' ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konmadan sadece toluen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jodede bulunan çözeltiden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözeltinin 10 ml' si alınarak bir şişeye konulur ve

üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilir. Ağzı kapatılan şişe yaklaşık 40°C sıcaklıkta bir su banyosunda 15 dakika bekletilir. Bu çözeltilerin absorbans değeri U.V. Spektrometre cihazında 412 nm’de fotometrik olarak ölçülür. Bu değerler kullanılarak aşağıdaki 2.5 eşitliği yardımı ile örneklerin içindeki formaldehit miktarları tespit edilmektedir. Denemeler 3 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

$$F = \frac{[(A_s - A_b) \times f \times [100 + (R \times V)]]}{M} \quad (mg/100 gr) \quad (2.5)$$

Burada;

As :Ekstraksiyon çözeltisinin absorbansı

Ab :Boş deney absorbansı

F :Kalibrasyon eğri faktörü (EN 120’de belirtildiği gibi hesaplanır)

R :Levhanın rutubet miktarı

M :Örnek ağırlığı

V :Cam balonun hacmi (2000 ml)

2.2.2.2. Mekanik Özellikler

2.2.2.2.1. Levha Yüzeyine Dik yönde Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci TS EN 319 (1999)’da belirlenen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 5 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa kadar bekletilen örneklerin boyutları 0.01 mm hassasiyetle dijital kumpas yardımıyla ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne metal plakalar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Yüzeye dik çekme direnci aşağıdaki 2.6 eşitliğine göre hesaplanmıştır.

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{max}}{A} \quad (kg/cm^2) \quad (2.6)$$

Burada;

Fmax =Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A =Örnek enine kesit alanı (cm²)

2.2.2.2.2. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi TS EN 310 (1999) standardına uygun olarak yapılmıştır. Her bir gruptan 6 adet deney örneği hazırlanmıştır. Sıcaklığı 18- 22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde iki noktanın ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması kırılmanın yükleme anından itibaren 1-2 dakika içinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde 6 mm/dk hızla çalıştırılmıştır. Eğilme direnci(ED) aşağıdaki 2.7 eşitliği ile hesaplanmaktadır.

$$\delta_e = \left[\frac{3}{2} \right] \times \left[\frac{F \times L_3}{b \times d^2} \right] (N/mm^2) \quad (2.7)$$

Burada;

σ_e = Eğilme Direnci

F= Kırılma anındaki max. Kuvvet (N)

L_3 =Dayanaklar arasındaki açıklık (mm)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

2.2.2.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastiklik modülü EN 310 (1999) standardına uygun olarak yapılmıştır. Bu amaçla ayrı örnek hazırlanmamış, eğilme direnci deneyindeki örnekler kullanılmıştır. Sıcaklığı 18-22 °C ve bağıl nemi % 60-70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa kadar bekletilen örneklerin elastik deformasyon bölgesindeki eğilme miktarları belirlenmiştir. Deformasyon bölgesinde eğilme miktarı komparatör ile 0.01 mm, kırılma anındaki kuvvet makine göstergesinden 1 kg duyarlıkla belirlenmiştir. Eğilmede elastiklik modülü aşağıdaki 2.8 eşitliği ile hesaplanmıştır.

$$E = \left[\frac{F \times L_3^3}{4 \times \Delta_e \times b \times d^3} \right] (N/mm^2) \quad (2.8)$$

Burada:

E = Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm²)

F = Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

L₃= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δe= Eğilme miktarı (sehim) (mm)

b = Örnek genişliği (mm)

d = Örnek kalınlığı (mm)

2.2.2.2.4. Vida Tutma Direnci

Kullanılan test parçalarına TS EN 320 (2011)' de belirtilen yonga levhalarda vida tutma kabiliyeti esaslarına göre uygulama yapılmıştır.

Deneme levhlarından alınan 3'er adet 75x75 mm ebatlarında test parçaları, TS 642 ISO 554 (1997) göre %65 bağıl nem ve 20 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelene kadar bekletilmiştir.

Vida tutma deneyinde; TS 61-4 (2016) standartlarına göre, 4 mm çapında, 40 mm uzunlukta yıldız başlı vidalar kullanılmıştır. Vidalar, test parçası yüzeyine dik olarak ve komşu iki kenarın tam ortalarına gelecek şekilde 13 mm içeri girecek şekilde vidalanmıştır. Test parçasına vidalanan vidalar makineye bağlanan bir aparat yardımıyla çektilmiştir. Vida tutma direnci aşağıdaki 2.9 eşitliğine göre hesaplanmıştır,

$$\sigma_{cd} = \frac{F_{max}}{A} \quad (N/mm^2) \quad (2.9)$$

Burada;

F_{Maks} : Kopma anındaki en yüksek değer

A : Yüzey alanı ve = $\pi \times D \times L$

D: Vida dış çapı

L: Vida etkili boyudur.

Her levha için alınan 3 adet test parçasına 2 kenar 1 yüzeye dik olarak atılan vidaların aritmetik ortalaması o levhanın yan ve kenar vida tutma kabiliyetini vermektedir.

2.2.2.2.5. *Yüzey Sağlamlığı Direnci*

Yüzey sağlamlığı direnci deneyinde test parçalarının boyutları TS EN 311 (2005)'e göre belirlenmiştir. Her bir grup için üretilen levhalardan 50x50 mm ebatında 6 adet test parçası kesilmiştir. Test parçalarının alt ve üst yüzeylerinin tam orta noktasına $0,3 \pm 0,1$ mm derinliğinde freze açılmıştır. Test parçaları ağırlıkları değişmeyinceye kadar iklimlendirme dolabında klimatize edilmiştir. Test parçalarında frezelenen bölgeyi ortalayacak şekilde sıcak test aparatı tutkal ile yüzeye düzgünce yapıştırılır. Tutkalın soğuması beklendikten sonra test parçası makinedeki aparata yerleştirilir ve çekme uygulanır. Test parçasına yapıştırılan aparatın koptuğu maksimum kuvvet %1 hassasiyetle ölçülmüştür. Yüzey sağlamlığı mm^2 'ye uygulanan kuvvet olarak hesaplanmaktadır. Her levhadan alınan 6 adet test parçasının yüzey sağlamlığı direnci aritmetik ortalaması o levhanın yüzey sağlamlığı değerini vermiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

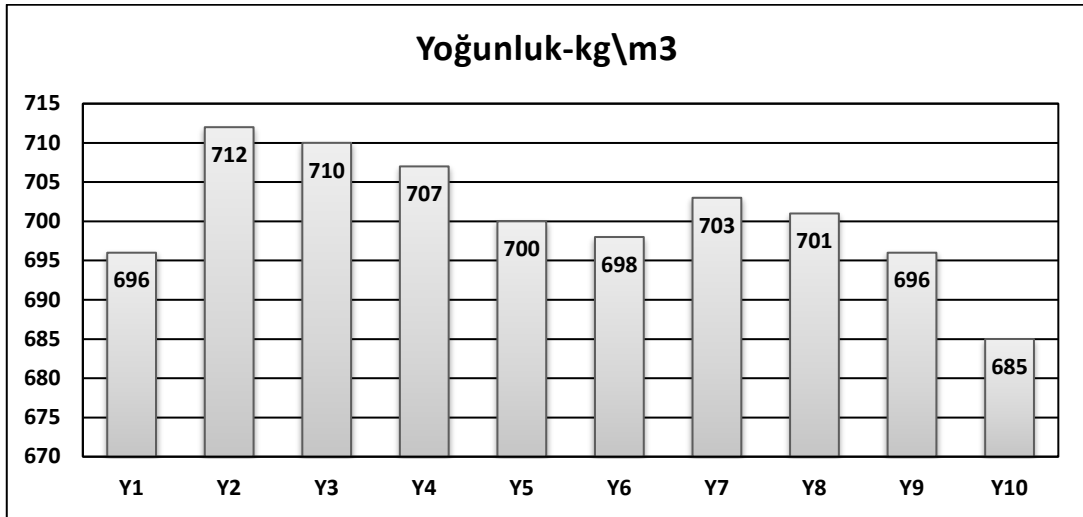
3.1.1. Yoğunluk

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 690 kg/m³' tür. Yoğunluklar 685-712 kg/m³ arasında farklılık göstermiştir. TS EN 312'e göre levhadaki ortalama yoğunluk sapması % ± 10 olarak belirtilmektedir. Levhaların yoğunluk analiz değerleri Çizelge 3.1' de, ortalama yoğunluk değerleri Şekil 3.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Levhaların yoğunluk analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y1	696	21,64	468,29	3,11	83,72	658	741
Y2	712	13,17	173,45	1,85	45,25	691	737
Y3	710	10,06	101,20	1,42	40,15	685	726
Y4	707	17,44	304,15	2,47	52,56	683	736
Y5	700	10,91	119,03	1,56	44,82	675	720,
Y6	698	14,27	203,63	2,04	53,29	666	720
Y7	703	16,23	263,41	2,31	56,87	677	734
Y8	701	20,01	400,40	2,85	82,23	647	729
Y9	696	17,77	315,77	2,55	74,05	676	750
Y10	685	17,09	292,07	2,49	63,86	649	713
ORTALAMA	700	7,87	61,94	1,12	27,00	685	712

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum



Şekil 3.1. Levhaların ortalama yoğunluk değerleri (kg/m³).

Burada da görüldüğü gibi Y1-Y10 numaralı levhalara bakıldığından en düşük yoğunluk değeri 685 kg/m^3 ile Y10 levhasında, en yüksek yoğunluk değeri ise 712 kg/m^3 ile Y2 levhasında ölçülmüştür. Hedeflenen 690 kg/m^3 yoğunluk değerine bakıldığından % 10 tolerans içerisinde olduğu kabul edilebilir. Tüm deneme levhalarının yoğunluk ortalaması 700 kg/m^3 olarak ölçülmüştür ve TS EN 312 standardına göre uygun değerler elde edilmiştir. Levhalar normal koşullarda 18 mm için $550\text{-}655 \text{ kg/m}^3$ arası yoğunluk hedeflerine göre üretilmektedir. Ancak evsel ve endüstriyel nitelikteki atıklar istenilen yüzeyleri düzgün yonga ölçülerinde olmadığından tutkallama problemleri söz konusu olabilmektedir. Ayrıca daha önce kurutma işlemine maruz kalmış atık ağaç malzemesinin yapışma direncini düşürmesi nedeniyle normal odun yongasından elde edilen levhalara göre daha düşük olacağı tahmin edilmesidir. Diğer yandan üretim esnasında utubeti düşük olan malzemenin toz oranı yüksek olması nedeniyle tutkallama direncini olumsuz etkileyeceğinden hedef yoğunluk daha yüksek seçilmiştir.

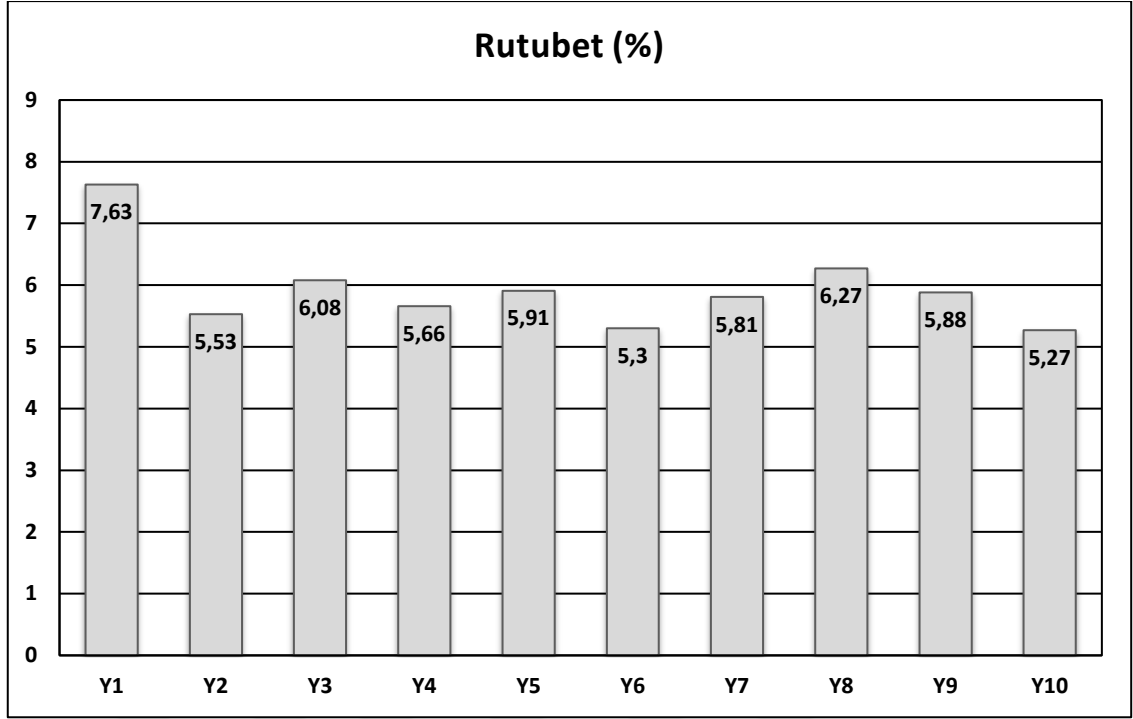
3.1.2. Rutubet Miktarı

Üretilen deneme levhalarının rutubet oranları, mekanik ve fiziksel test sonuçlarını etkileyeceğinden dolayı önemli bir parametredir. Deneme levhalara ait rutubet analiz değerleri Çizelge 3.1’ de, ortalama rutubet değerleri Şekil 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Levhaların rutubet analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y1	7,63	0,05	0,0025	0,66	0,09	7,58	7,67
Y2	5,53	0,08	0,0064	1,45	0,14	5,44	5,58
Y3	6,08	0,06	0,0036	0,99	0,13	6,01	6,14
Y4	5,66	0,09	0,0081	1,59	0,18	5,58	5,76
Y5	5,91	0,1	0,0100	1,69	0,19	5,84	6,03
Y6	5,3	0,2	0,0400	3,77	0,40	5,09	5,49
Y7	5,81	0,11	0,0121	1,89	0,22	5,69	5,91
Y8	6,27	0,09	0,0081	1,44	0,17	6,20	6,37
Y9	5,88	0,09	0,0081	1,53	0,17	5,79	5,96
Y10	5,27	0,05	0,0025	0,95	0,10	5,21	5,31
ORTALAMA	5,93	0,68	0,4624	11,46	2,36	5,27	7,63

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum



Şekil 3.2. Levhaların ortalama rutubet değerleri (%).

Deneme levhaların rutubet ortalaması % 5,93 gelmiştir. Y1-Y10 deneme levhalarında en düşük rutubet değeri % 5,27 ile Y10 levhasında, en yüksek rutubet değeri ise % 7,63 değerle Y1 levhasında elde edilmiştir. TS EN 312 (2012)' e göre rutubet değeri % 5-13 aralığında istenmektedir. Deneme levhalarında bu standarda uygun rutubet değerleri elde edilmiştir.

Levha rutubeti düşük olduğunda yüzeyde çatlama efektleri ve orta tabakaya ısı iletimi sağlıklı yapılamadığından çekme değerlerinde düşüklük gözlenebilmektedir. Bunun için özellikle dış tabakayı rutubetlendirmek ve istenilen orana getirmek için su pülverize edilmektedir. Levhada özellikle orta tabaka rutubeti yüksek olduğunda ise yüzeyde kabarmalar ve levha içerisindeki fazla rutubetin tahliyesi zorlaştığından levha patlamaktadır. Yüksek rutubetli levhalar su buharını tahliye edemediğinde pres kapasitesini de düşürmektedir.

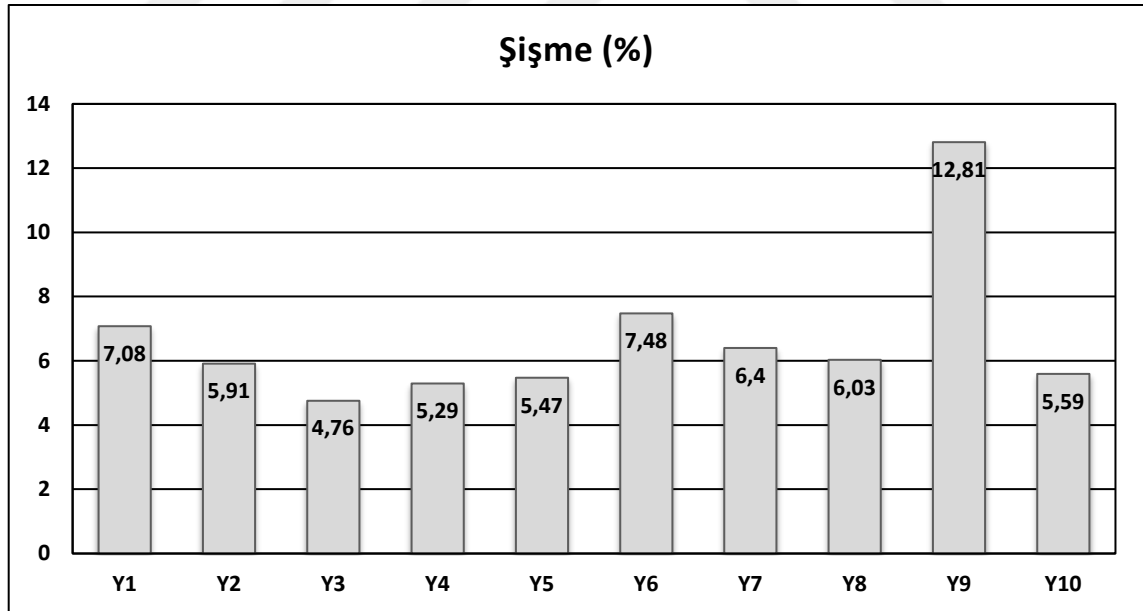
3.1.3. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı

Deneme levhalarının 2 saatlik suda bekletme sonrasında kalınlık artışı analiz değerleri Çizelge 3.3' de, ortalama kalınlık artımı değerleri Şekil 3.3' de gösterilmiştir.

Çizelge 3.3. Levhaların 2 saatlik kalınlık artımı analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y1	7,08	0,8	0,64	11,30	1,74	6,14	7,88
Y2	5,91	0,29	0,08	4,91	0,79	5,59	6,38
Y3	4,76	0,25	0,06	5,25	0,62	4,48	5,10
Y4	5,29	0,27	0,07	5,10	0,68	4,83	5,51
Y5	5,47	0,15	0,02	2,74	0,39	5,28	5,67
Y6	7,48	0,42	0,18	5,61	1,07	7,01	8,08
Y7	6,40	0,37	0,14	5,78	0,80	6,07	6,87
Y8	6,03	0,36	0,13	5,97	0,85	5,68	6,53
Y9	12,81	1,52	2,31	11,87	3,47	11,11	14,58
Y10	5,59	0,19	0,04	3,40	0,51	5,29	5,80
ORTALAMA	6,682	2,30	5,29	34,42	8,05	4,76	12,81

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum



Şekil 3.3. Levhaların ortalama kalınlık artımı değerleri (%).

Deneme levhalarında kalınlığına şişme testi sonucuna göre en yüksek değer % 12,81 ile Y9 levhasında, en düşük değer ise % 4,76 ile Y3 levhasında elde edilmiştir. Y1-Y10 levhalarının tamamına bakıldığında ortalama şişme değeri % 6,68 ile oldukça iyi

sonuçlar elde edilmiştir. 2 saatlik şişme testi ile ilgili standartlarda bir değer belirtilmemiştir. Ancak kabul gören piyasa değeri maximum olarak % 15 istenmesine karşın sonuç oldukça başarılıdır. Değerlerin bu denli iyi gelmesinin sebebi kullanılan atık ahşap malzemesinin daha önce kurutma işlemine maruz kalması ve kimyasal maddelerle muamele edilmiş olmasıdır. Normal odunlardan elde edilen yonga levhalarda değerler % 10-15 aralığında gelmektedir. Ayrıca değerlerin oldukça farklı gelmesinin sebebi kullanılan ağaç malzeme karışımının homojen olmamasından kaynaklanmaktadır. Örneğin bir bölgede MDF atıkları fazla gelirken başka bir bölgede palet atıkları yoğun olarak gelebilmektedir.

Kalınlığına şişme testi levhaya 2 saat olarak uygulanmıştır. İstenmesi halinde 24 saatlik olarakta uygulaması bulunmaktadır. Ancak genel olarak aşırı değerlendirilen bir test olmadığından uzun periyotlarda yapılabilmektedir.

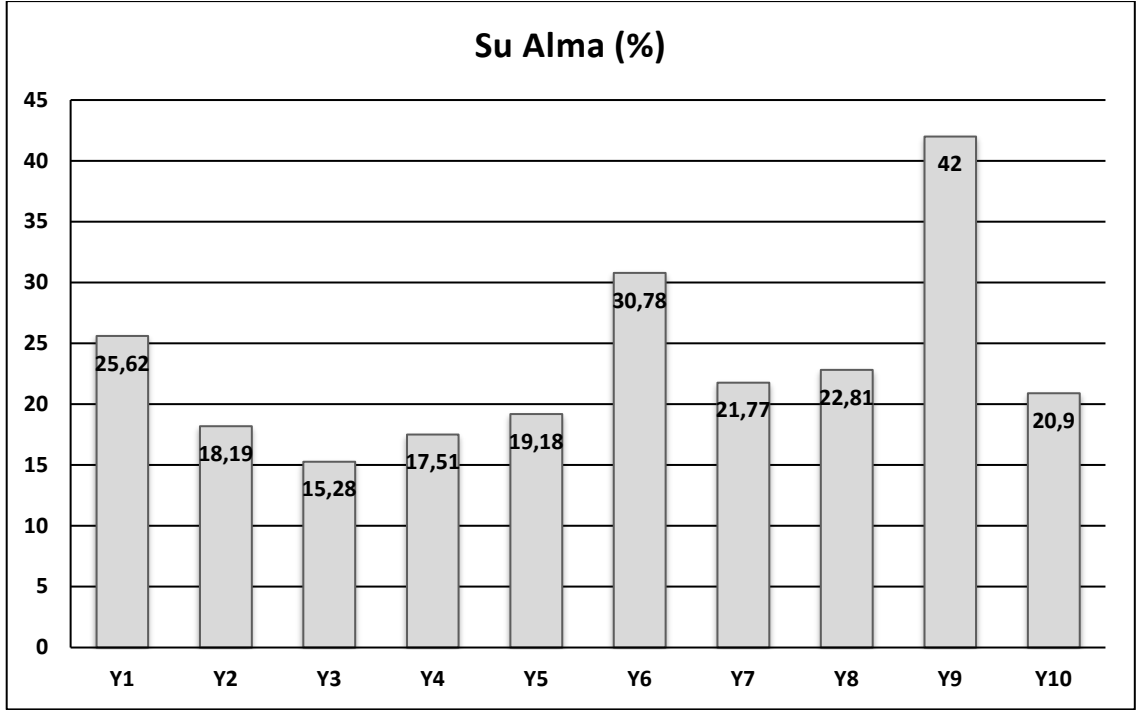
3.1.4. Su Alma Miktarı

Üretilen deneme levhalarının su alma miktarı analiz Çizelge 3.4' te, ortalama su alma miktarı Şekil 3.4' te gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Levhaların su alma miktarı analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y1	25,62	5,73	32,83	22,37	14,37	18,91	33,28
Y2	18,19	1,44	2,07	7,92	3,63	16,82	20,45
Y3	15,28	0,8	0,64	5,24	2,25	14,27	16,52
Y4	17,51	0,53	0,28	3,03	2,20	16,61	18,81
Y5	19,18	1,21	1,46	6,31	3,35	17,51	20,86
Y6	30,78	1,88	3,53	6,11	4,34	28,53	32,87
Y7	21,77	0,77	0,59	3,54	1,86	20,45	22,31
Y8	22,81	1,73	2,99	7,58	4,44	20,04	24,48
Y9	42	6,15	37,82	14,64	15,68	33,76	49,44
Y10	20,9	0,49	0,24	2,34	1,21	20,17	21,38
ORTALAMA	23,404	7,89	62,25	33,71	26,72	15,28	42,00

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum



Şekil 3.4. Levhaların ortalama su alma miktarı değerleri (%).

Deney levhalarında, en düşük su alma miktarı % 15,28 ile Y3 levhası, en yüksek su alma değeri % 42 ile Y9 levhasında ölçülmüştür. Tüm deneme levhalarının genel ortalaması ise % 23,40 olarak elde edilmiştir. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir bilgi yoktur. Ancak maximum % 80 su alma miktarı sektör için yeterli bir değerdir. Bu bağlamda deneme levhaların su alma performansları oldukça başarılıdır.

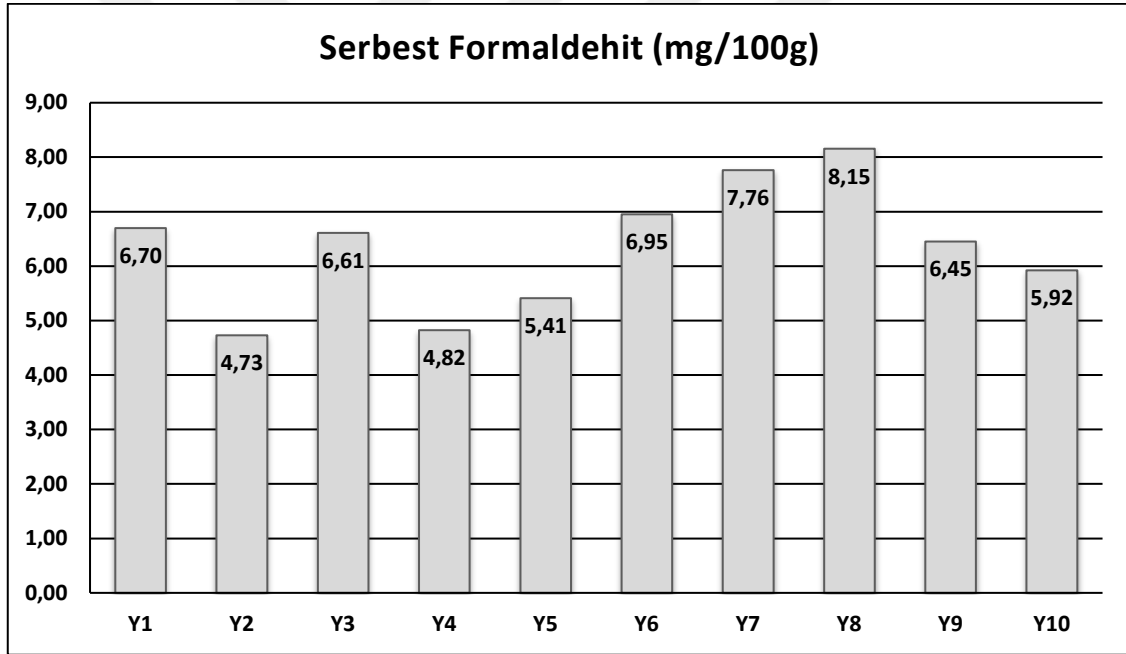
3.1.5. Formaldehit Emisyonu

Kullanılan malzemenin daha önce tutkallama işlemi gördüğünden formaldehit emisyonu normal odun yongasından elde edilen levhalara göre daha yüksek değerler elde edilebilir. Elde edilen sonuçlara göre, en yüksek formaldehit emisyonu değeri 8,15 mg ile Y8 levhasında, en düşük değer ise 4,73 mg değeri elde edilmiştir. Ortalama emisyon değeri ise 6,35 mg ile TS EN 312 (2012)'de belirtilen E1 normlarına uygun levha elde edildiğini göstermiştir. Üretilen levhaların serbest formaldehit analiz değerleri Çizelge 3.5' te, ortalama serbest formaldehit miktarı değeri Şekil 3.5' te gösterilmiştir.

Çizelge 3.5. Levhalarda Serbest formadehit analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y1	6,70	6,35	1,15	1,32	18,05	3,42	4,73	8,15
Y2	4,73							
Y3	6,61							
Y4	4,82							
Y5	5,41							
Y6	6,95							
Y7	7,76							
Y8	8,15							
Y9	6,45							
Y10	5,92							

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum



Şekil 3.5. Levhaların ortalama serbest formadehit miktarı değerleri (mg/100g).

3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER

3.2.1. Levha Yüzeyine Dik Yönde Çekme Direnci

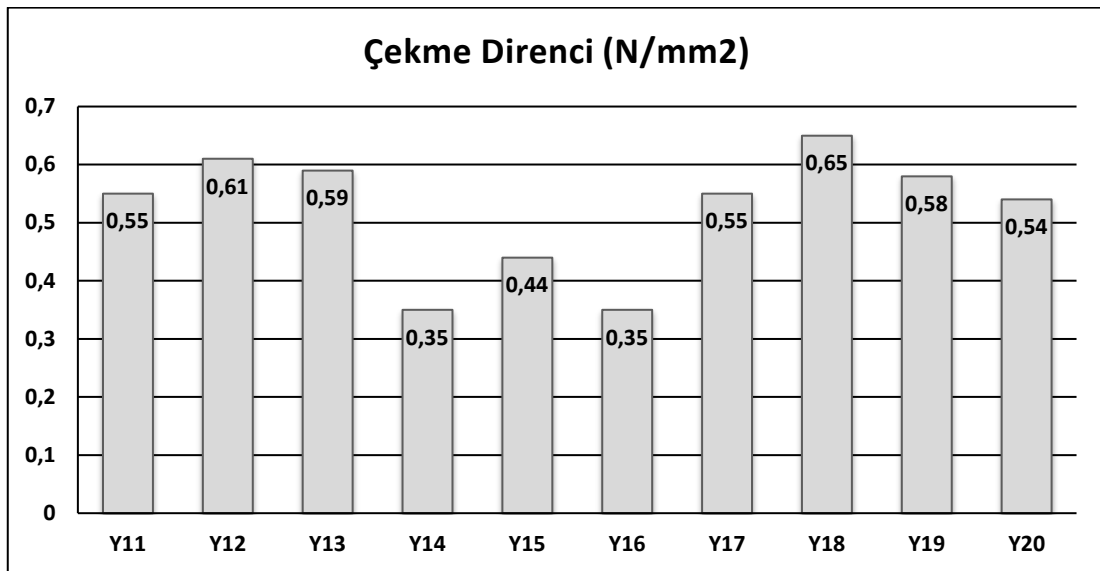
Üretilen levhaların yüzeye dik yönde çekme direnci analiz değerleri Çizelge 3.6' da gösterilmiş. Çok nadirde olsa homojen olmayan hammadde karışımından dolayı çekme değerlerinin ani düşüş yaptığı levhalar bulunmaktadır.

Çizelge 3.6. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direnci analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y11	0,55	0,07	0,0049	12,73	0,04	0,42	0,46
Y12	0,61	0,02	0,0004	3,28	0,05	0,58	0,63
Y13	0,59	0,01	0,0001	1,69	0,03	0,57	0,60
Y14	0,36	0,12	0,0144	34,29	0,30	0,17	0,47
Y15	0,44	0,08	0,0064	18,18	0,20	0,33	0,53
Y16	0,35	0,12	0,0144	34,29	0,31	0,18	0,49
Y17	0,55	0,05	0,0025	9,09	0,12	0,50	0,62
Y18	0,65	0,03	0,0009	4,62	-0,02	0,67	0,65
Y19	0,58	0,06	0,0036	10,34	0,18	0,50	0,68
Y20	0,54	0,08	0,0064	14,81	0,21	0,39	0,60
ORTALAMA	0,52	0,1	0,0100	19,23	0,26	0,35	0,61

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum

Levhalarda en küçük yüzeye dik yönde çekme direnci 0,35 N/mm² değeri ile Y16 levhasında, en yüksek değer ise 0,65 N/mm² ile Y18 levhasında elde edilmiştir. Genel levhaların ortalaması ise 0,52 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Yüzeye dik yönde çekme direnci TS EN 312 (2012)' ye göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar (Tip P1) için 13 ile 20 mm kalınlıklar arasında minimum 0,35 N/mm² olması gerektiğinden standartlara uygun bulunmuştur. Yüzeye dik yönde çekme direnci levhanın iç direncini gösteren ve genel olarak levha sağlamlığı hakkında en doğru bilgiyi veren mekanik test sonucudur. Bu yüzden yüzeye dik yönde çekme direnci testi oldukça önemlidir. Levhaların ortalama çekme direnci değerleri Şekil 3.6' da yer almaktadır.



Şekil 3.6. Levhaların ortalama çekme direnci değerleri (N/mm²).

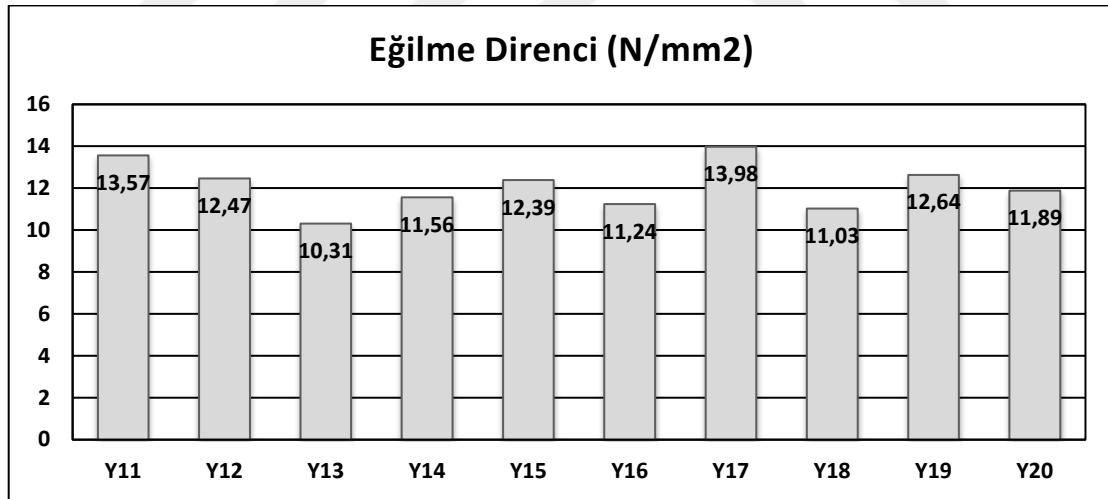
3.2.2. Eğilme Direnci

Üretilen levhaların eğilme direnci analiz değerli Çizelge 3.7’ de, ortalama eğilme direnci değerleri Şekil 3.7’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.7. Levhaların eğilme direnci analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y11	13,57	0,3	0,09	2,21	0,82	13,34	14,16
Y12	12,47	1,67	2,79	13,39	4,85	10,22	15,07
Y13	10,31	0,23	0,05	2,23	0,53	10,06	10,59
Y14	11,56	0,98	0,96	8,48	2,88	10,29	13,17
Y15	12,39	0,51	0,26	4,12	1,33	11,77	13,10
Y16	11,24	1,08	1,17	9,61	2,92	10,41	13,33
Y17	13,98	1	1,00	7,15	2,70	12,58	15,28
Y18	11,03	0,39	0,15	3,54	1,21	10,41	11,62
Y19	12,64	1,11	1,23	8,78	3,08	11,45	14,53
Y20	11,89	0,43	0,18	3,62	1,15	11,55	12,70
ORTALAMA	12,11	1,14	1,30	9,42	3,67	10,31	13,98

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum



Şekil 3.7. Levhaların ortalama eğilme direnci değerleri (N/mm²).

Çizelge 3.7’ ye göre en küçük eğilme direnci değeri 10,31 ile Y13 levhasında, en yüksek değerler ise 13,98 ile Y17 levhasında ölçülmüştür. TS EN 312 (2012)’ ye göre kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar (Tip P2) için 13 ile 20 mm kalınlıklar arasında en düşük eğilme direnci değeri 11 N/mm²’ dir. Bu değerlere göre Y13 levhası hariç diğer deneme levhaları P2 kalite standartlarını uygundur. Normal şartlarda levhanın eğilme direnci özelliği kullanım yerine göre ciddi önem arz etmektedir.

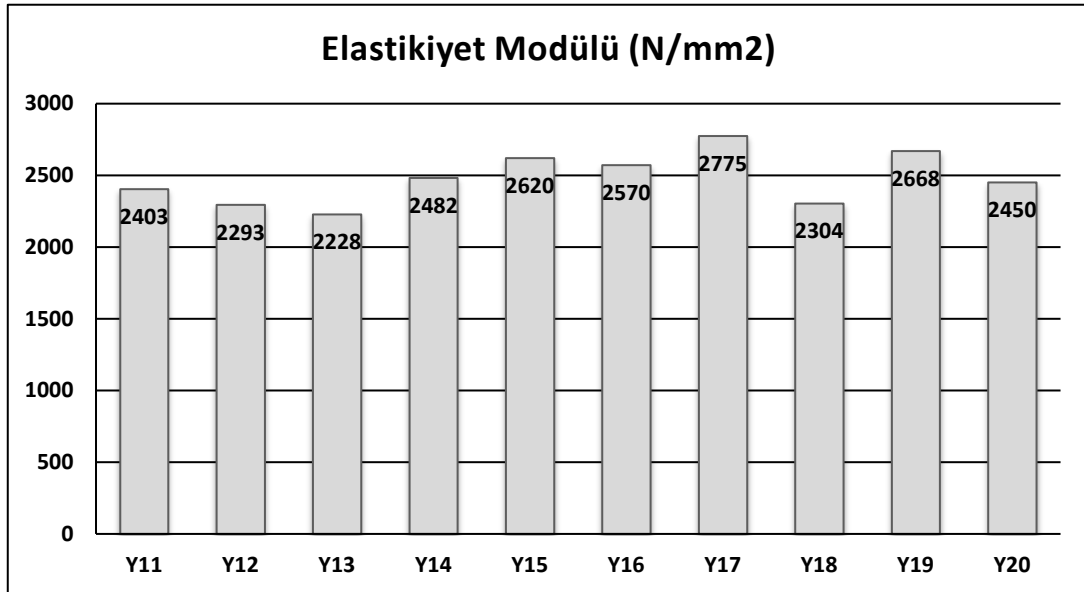
3.2.3. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Üretilen levhalara ait eğilmede elastikiyet modülü analiz değerleri Çizelge 3.8' de Ortalama elastikiyet modülü değerleri Şekil 3.8' de, gösterilmiştir.

Çizelge 3.8. Levhaların eğilme elastikiyet modülü analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y11	2403	131	17313,30	5,48	315,53	2205	2521
Y12	2293	198	39445,93	8,66	528,45	2104	2632
Y13	2228	133	17747,57	5,98	302,60	2060	2363
Y14	2482	136	18577,69	5,49	324,73	2298	2623
Y15	2620	77	6010,90	2,96	227,28	2522	2749
Y16	2570	115	13349,49	4,50	309,77	2397	2707
Y17	2775	180	32616,36	6,51	479,80	2589	3068
Y18	2304	76	5918,22	3,34	181,98	2225	2407
Y19	2668	104	11020,80	3,93	251,74	2555	2807
Y20	2450	80	6449,70	3,28	218,75	2383	2602
ORTALAMA	2479	181	32942,25	7,32	546,81	2228	2775

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum



Şekil 3.8. Levhaların ortalama eğilmede elastikiyet modülü değerleri (N/mm²).

Elastikiyet modülü en küçük 2228 değeri ile Y13 levhasında, en yüksek 2775 ile Y17 levhasında elde edilmiştir. Ortalama elastikiyet modülü 2479,7 N/mm² elde edilmiştir. TS

EN 312 (2012)' ye göre elastikiyet modülü değeri 13 ile 20 mm klanlıklar arasında en az 1600 N/mm² olması gerektiği belirtilmiş olup tüm levha gruplarında standartlara uygun olduğu görülmüştür.

3.2.4. Vida Tutma Direnci (Kenar)

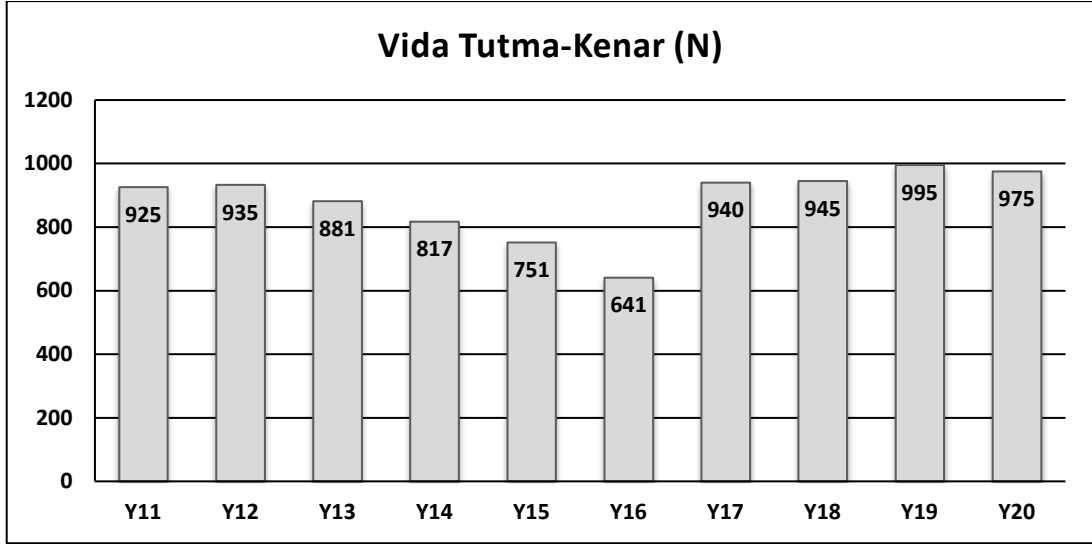
Üretilen levhaların vida tutma direnci (kenar) analiz değerleri Çizelge 3.9' da, ortalama değerleri Şekil 3.9' da verilmiştir.

Çizelge 3.9. Levhaların vida tutma direnci-kenar analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y11	925	61	3755,24	6,62	128	850	978
Y12	932	117	13724,12	12,56	265	783	1048
Y13	881	48	2341,59	5,49	95	844	939
Y14	817	131	17202,95	16,04	203	743	946
Y15	751	50	2515,02	6,67	119	688	807
Y16	641	116	13521,04	18,14	257	555	812
Y17	940	160	25834,13	17,10	231	909	1140
Y18	945	126	16111,22	13,43	291	770	1061
Y19	995	87	7701,82	8,82	213	888	1101
Y20	975	37	1391,29	3,82	77	930	1007
ORTALAMA	880	111	12503,71	12,70	354	641	995

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum

Vida tutma direnci özellikle mobilya endüstrisinde olan yonga levhalar için önem arz etmektedir. Ancak TS EN standartlarında belirtilmiş bir sınır değeri bulunmamaktadır. Firmalar bu değerleri kendi kalite standartlarına göre belirlemektedir. Genel olarak mobilyada dayanım esas alındığında piyasada resmi olmayan kabul gören değer bu test için yüzeyde minimum 650 N, kenarda ise minimum 450 N üzerinde olması yeterli kabul edilebilir. Deneme levhalara bakıldığından en düşük vida tutma 641 N değeri ile Y16, en yüksek değer ise 995 N ile Y19 levhasından elde edilmiştir. Levhaların ortalama kenar vida tutma değeri 880 N' dur.



Şekil 3.9. Levhaların ortalama vida tutma- kenar değerleri grafiği (N).

3.2.5. Vida Tutma Direnci (Yüzey)

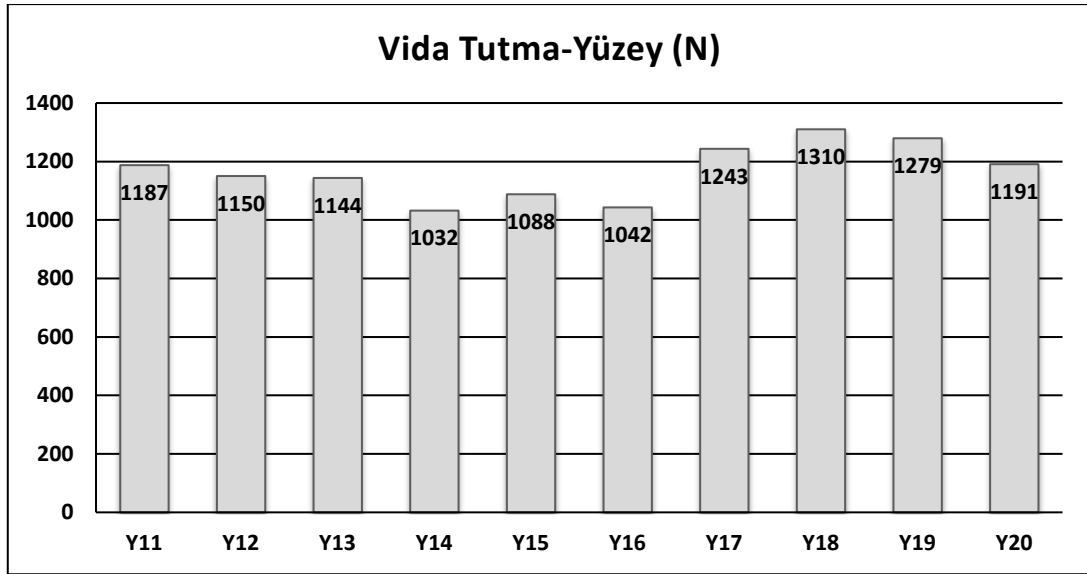
Üretilen levhaların vida tutma direnci (yüzey) analiz değerleri Çizelge 3.10' da, ortalama değerleri Şekil 3.10' da verilmiştir.

Çizelge 3.10. Levhaların vida tutma-yüzey analiz değerleri.

Levha grubu	X_{ort}	S	S^2	V(%)	R	X_{min}	X_{max}
Y11	1187	70,29	4940,68	5,92	150	1084	1234
Y12	1150	88,74	7874,79	7,71	206	1068	1274
Y13	1144	27,75	770,06	2,43	64	1109	1173
Y14	1032	385,53	148633,38	37,34	859	467	1326
Y15	1088	85,38	7289,74	7,85	187	1025	1212
Y16	1042	90,14	8125,22	8,65	199	976	1175
Y17	1243	103,7	10753,69	8,34	244	1100	1344
Y18	1310	87,15	7595,12	6,65	179	1180	1359
Y19	1279	105,79	11191,52	8,27	237	1129	1366
Y20	1191	81,66	6668,36	6,86	168	1096	1264
ORTALAMA	1166	94,55	8939,70	8,10	278	1032	1310

X_{ort} : Ortalama, S: Standart sapma, S^2 : Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min} : Minimum, X_{max} : Maximum

Deneme levhalarına bakıldığından en düşük vida tutma 1032 N değeri ile Y14, en yüksek değer ise 1310 N ile Y19 levhasından elde edilmiştir. Levhaların ortalama vida tutma değeri 1166 N ile oldukça yüksek gelmiştir.



Şekil 3.10. Levhaların ortalama vida tutma-yüzey değerleri (N/mm²).

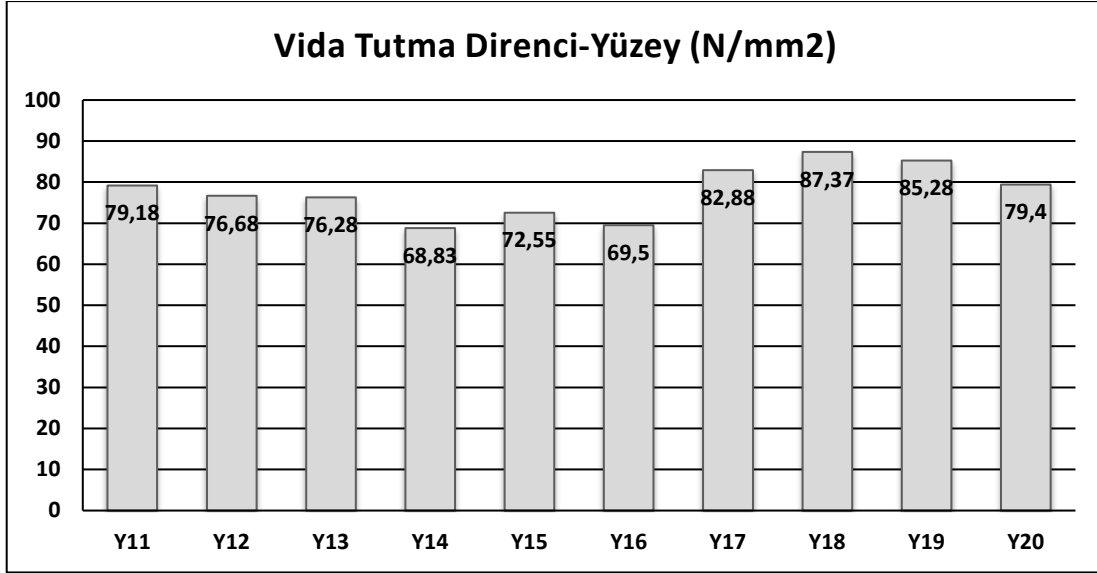
Ayrıca yüzeye uygulanan vida tutma kuvvetinin birim alana oranı içinde test yapılmış ve analiz değerleri Çizelge 3.11’ de, ortalama değerleri Şekil 3.11’ de gösterilmiştir.

Çizelge 3.11. Levhaların vida tutma direnci-yüzey analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y11	79,18	4,69	22,00	5,92	10,00	72,27	82,27
Y12	76,68	5,92	35,05	7,72	13,73	71,20	84,93
Y13	76,28	1,85	3,42	2,43	4,27	73,93	78,20
Y14	68,83	25,72	661,52	37,37	44,00	31,13	75,13
Y15	72,55	5,69	32,38	7,84	12,47	68,33	80,80
Y16	69,5	6,01	36,12	8,65	13,26	65,07	78,33
Y17	82,88	6,91	47,75	8,34	16,27	73,33	89,60
Y18	87,37	5,81	33,76	6,65	11,93	78,67	90,60
Y19	85,28	7,05	49,70	8,27	5,47	85,60	91,07
Y20	79,4	5,44	29,59	6,85	11,20	73,07	84,27
ORTALAMA	77,795	6,31	39,82	8,11	18,54	68,83	87,37

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum

Deneme levhalara bakıldığından en düşük birim yüzey alana uygulanan vida tutma direnci 68,83 N/mm² değeri ile Y14, en yüksek değer ise 87,37 N/mm² ile Y18 levhasından elde edilmiştir. Levhaların ortalama yüzey vida tutma direnci 77,795 N/mm² olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.11. Levhaların ortalama vida tutma-yüzey alan direnci (N/mm²).

3.2.6. Yüzey Sağlamlığı

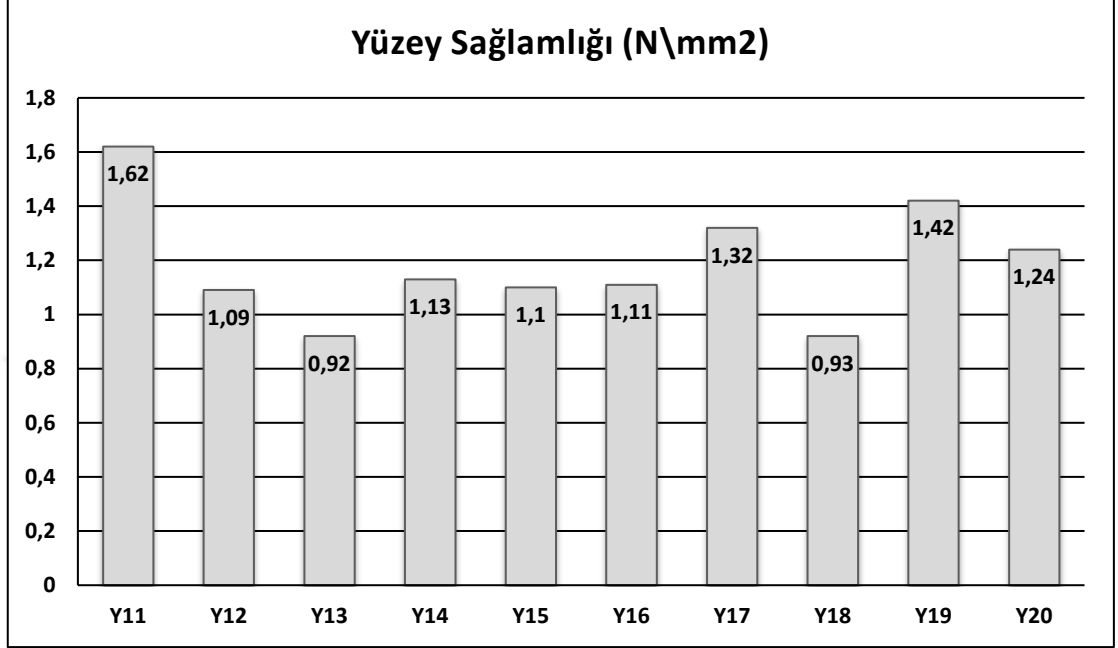
Yüzey sağlamlığı testi, levhanın kaplandıktan sonraki aşaması için önemli olup. testere ile kesilecek levhanın yüzeyi kaplandıktan sonra kenar çıtlaması yapıp yapmayacağına göre mobilya endüstrisinde şekil alacaktır. Yüzey sağlamlığı analiz değerleri Çizelge 3.12’ de, ortalama değerleri Şekil 3.12’ de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Levhaların yüzey sağlamlığı analiz değerleri.

Levha grubu	X _{ort}	S	S ²	V(%)	R	X _{min}	X _{max}
Y11	1,62	0,18	0,03	11,11	0,49	1,46	1,95
Y12	1,09	0,09	0,01	8,26	0,22	0,97	1,19
Y13	0,92	0,15	0,02	16,30	0,41	0,78	1,19
Y14	1,13	0,16	0,03	14,16	0,47	0,94	1,41
Y15	1,1	0,07	0,00	6,36	0,18	1,03	1,21
Y16	1,11	0,21	0,04	18,92	0,57	0,92	1,49
Y17	1,32	0,23	0,05	17,42	0,71	0,97	1,68
Y18	0,93	0,09	0,01	9,78	0,26	0,81	1,07
Y19	1,42	0,21	0,04	14,79	0,55	1,14	1,69
Y20	1,24	0,16	0,03	12,90	0,41	0,97	1,38
ORTALAMA	1,19	0,22	0,05	18,53	0,70	0,92	1,62

X_{ort}: Ortalama, S: Standart sapma, S²: Varyans, V: Varyasyon katsayısı, R: Regrasyon, X_{min}: Minimum, X_{max}: Maximum

Deneme levhalara bakıldığından en düşük yüzey sağlamlığı değeri 0,92 N/mm² değeri ile Y13, en yüksek değer ise 1,62 N/mm² ile Y11 levhasından elde edilmiştir. TS EN 312 (2012)' ye göre ortalama yüzey sağlamlığı testi en az 0,80 N/mm² olması gerektiğinden sonuçlar standartlara uygun bulunmuştur.



Şelik 3.12. Levhaların ortalama yüzey sağlamlığı değerleri (N/mm²).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yurt dışında aktif olarak kullanılan % 100 evsel ahşap atıklardan üretilen levhaların fabrikasyon ortamında teknolojik yönden incelenmiştir. Kullanılan hammadde mobilya atıkları, palet atıkları, mdf, yonga levha ve osb atıkları gibi ahşap türevli her türlü materyalleri kapsamaktadır.

Üretilen levhaların ortalama yoğunlukları $700,8 \text{ kg/m}^3$ olup normal orman kaynaklarından doğrudan elde edilen levha yoğunluklarına göre biraz yüksek seçilmiştir. Normal koşullarda bir çok fabrikada $600-650 \text{ kg/m}^3$ yoğunluklar arasında üretilen levhalar standartları karşılayabilmektedir. Bu farklılığın oluşmasında, kullanılan materyalin cinsinden kaynaklanmakta olup daha önceden levha üretiminde işlem görmüş ve normal yonga ebatlarını tam olarak karşılayamamış olmasından ileri gelmektedir.

Deneme levhalarının ortalama rutubet değeri % 5,93 olup TS EN 312 (2012)' ye göre % 5-13 arasında olması istendiğinden standartlara uygun bulunmuştur.

Üretilen levhaların 2 saat suda bekletme sonunda kalınlık artışı ortalaması tüm levha grupları için % 6,68' dir. Labaratuvar şartlarında 2 saat bekletme sonunda elde edilen ölçüler esas alınmaktadır. Ancak TS EN 312 (2012)' de 2saatlik şişme değeriyle ilgili bir standart belirtilmemiştir.

Deneme levhalarında 2 saat suda bekletme sonunda su alma miktarı ortalama % 23,4 olarak ölçülmüş ve oldukça başarılıdır.

Tüm levhaların ortalama formaldehit emisyonu $6,35 \text{ mg/100g}$ ile E1 standartlarında olduğu belirlenmiştir.

Yüzeye dik yönde çekme testi TS EN 319' a göre tespit edilmiştir. P2 tip levhalar için 13-20 mm kalınlığındaki yonga levhalarda TS EN 312 (2012)' e göre $0,35 \text{ N/mm}^2$ olması gerekmektedir. Deneme levhaların ortalama yüzeye dik yönde çekme direnci $0,52 \text{ N/mm}^2$ olup standartlara uygundur.

Eğilme direnci TS EN 312 (2012)' ye göre 13-20 mm kalınlığındaki P2 tip levhalar için 11 N/mm^2 istenmektedir. Üretilen deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değeri $12,11 \text{ N/mm}^2$ olup standartlara uygundur. Bu standardı yaklayabilmek için yonga levhalarda levha yoğunluğu artırmak yada tutkal kullanım oranında artışa gitmek gerekir.

Bu durumda daha fazla hammadde ihtiyacı söz konusudur. Ancak geri dönüşüm yolu ile elde edilen daha uygun kaynakların kullanılması halinde söz konusu bu hammadde artışı göz ardı edilebilir. Diğer yandan mobilya sektöründe direnci yüksek fakat daha hafif bir malzeme tercih edilmesi bir dezavantaj teşkil edebilir.

TS EN 312 (2012)' ye göre elastikiyet modülü değeri 13-20 mm kalınlığındaki P2 tip levhalar için 1600 N/mm^2 istenmektedir. Üretilen deneme levhalarının ortalama eğilme direnci değeri 2479 N/mm^2 olup standartlara uygundur. Levhaların elastikiyet modülü değerleri eğilme direncine paralel olarak Y13 grubu deneme levhasının her iki değerinde en yüksek değer olarak ölçülmüştür.

Vida tutma testi levha kenar ve yüzeye uygulanmıştır. Vida tutma testi ile ilgili TS EN standartlarında bir değer belirlenmemiştir. Ancak piyasada resmi olmayan kabul değeri yüzeyde minimum 650, kenarda ise 450 N'dur. Yüzey vida tutma dayanımı ortalama değeri 1166 N, kenar vida tutma dayanımı ortalama değeri ise 880 N olarak ölçülmüş ve başarılı bir değerdir.

Yüzey sağlamlığı direnci, TS EN 312 (2012)' de 13-20 mm kalınlığındaki P2 tip levhalar için $0,80 \text{ N/mm}^2$ olması gerektiği belirtilmiş ve üretilen deneme levhalarının ortalama yüzey sağlamlığı değeri $1,19 \text{ N/mm}^2$ olup standartlara uygundur.

Ahşap atıkları her evden çıkabilecek ve devamlılığı olan bir geri dönüşüm materyalidir. Ortalama olarak günümüzde mobilyaların geri dönüşüm zamanı 10 yıl ve aşağısına inmiş durumdadır. İnsanlar tüketim toplumu işareti olarak moda ve dönemsel popülerlikler için dahi ömrünü doldurmamış mobilyalarını sıklıkla değiştirmektedir. Tüm bu sebeplerden evsel ahşap atıklarının değerlendirilmesi önemlidir. Her yıl açığa çıkan bu evsel ahşap atıkları doğada çürümekte veya uygun olanları yakacak olarak kullanılmaktadır. Yakacak olarak kullanılması içerisindeki kimyasallar nedeniyle hava kirliliğini arttırmaktadır. Bu nedenle mobilya ve benzeri atıkların geri kazanımı daha uygun olacaktır.

Üretilen mobilyalar için her yıl milyonlarca ton odun kullanılmakta ve dünya orman varlığı her geçen gün azalmaktadır. Planlı ormancılığın etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Ülkemizde evsel ahşap atıklarının kullanım alanı ve toplama ağı gelişmiş değildir. Bu ürünlerin katma değerli ürün haline getirilmesi ciddi bir çevre atık kontrolü yanında maddi olarakta kazanç sağlayacaktır.

Dünyadaki iklim değişikliği gerçeğinin her geçen gün daha da kendini hissettirdiği bu dönemde geri dönüşümün önemi yatsınamayacak seviyededir. Bu geri dönüşüm

sektörünün ülkemizde belirli alanlarda uygulanmasına başlanmıştır. Ancak evsel ahşap atıkları ile ilgili halen tanımlanmış ve işlev gören bir endüstriyel ağ mevcut değildir.

Avrupa ülkelerinde evsel ahşap atıkları 1980' li yıllardan bu yana aktif olarak geri kazanılmaktadır. Kazanılan ahşap atıklarının en önemli kullanım alanı ahşap levha sektörüdür. Çünkü üretilen yonga levha, MDF ve OSB levhalarının ana hammaddesi ahşap olduğundan dolayı uygundur. Şuan ülkemizde levha sektöründe sadece endüstriyel atıklar aktif olarak % 15-30 oranında kullanılmaktadır. Atık hammaddeler tesislerinde kapasitesine göre devamlılığın sağlanamaması en önemli dezavantajıdır. Bunun yanında levha atıklarının levha içerisindeki oranının artırılmasının bazı kalitesel özelliklerine de olumsuz etki yaptığı bilinmektedir. Bu olumsuz etkileri gidermek için daha fazla tutkal ve kimyasal kullanımını beraberinde getirecektir.

Evsel atıkların levha sektöründe kullanılması normal odundan elde edilen levha üretim aşamalarına göre farklılık içermektedir. Bundan dolayı üretim esnasında kalite şartlarına uygun levha üretilmesi zaman alacak ve tecrübe isteyecektir. Ülkemiz levha sektöründe evsel atıkların kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır. Fakat bir an önce uygun toplama temin aşamalarına başlanmalı daha sonra üretim şartlarına entegre edilmelidir. Normal oduna göre içerisinde metal, plastik, cam, tekstil atığı gibi birçok yabancı madde içerdiğinden ayrıştırılması zor bir hammaddedir. Üretim şartlarında bu maddeleri bertaraf edecek şekilde dizayn edilmelidir. Atıklardan elde edilecek levhanın sağlayacağı faydalar düşünüldüğünde, çevreye ve levha maliyetine yatsınamayacak olumlu katkıları olacaktır. Levha sektörünün en büyük maliyet girdisi olan odun hammaddesi de bu yöntemle azaltılabilir. Levha üretiminde önemli giderlerden birisi de enerji gideridir. Yaş odun hammaddesi % 70-150 rutubet arasında bulunmakta olup odun içerisindeki suyun kurutma ile uzaklaştırılması için ısı enerjine olan ihtiyaç da fazladır. Ahşap atıkları daha önce ısıtıl işlem gördüğünden dolayı ham rutubeti % 20-50 arasındadır. Evsel ve endüstriyel atıkların kurutulması için yaş oduna göre çok daha az ısı enerjisine gereksinim duymaktadır.

Artan dünya nüfusu ihtiyacını karşılamak için tüm ahşap atıklarının değerlendirilmesi bir ihtiyaç ve gereklilik haline gelmiştir. Bu nedenle evsel ve ahşap endüstriyel atıkların değerlendirilmesi sosyal sorumluluk çerçevesinde ele alınmalıdır.

Bu sonuçlara göre evsel ve endüstriyel atıklardan yonga levha üretmek mümkündür. Evsel ahşap atıklar, odun hammaddesi yerine daha az maliyetli ve daha az maliyet ile

işlenebilecek bir materyal olduğunu göstermektedir. Bu maliyet tasarrufları şirketlere oldukça yüksek bir kar sağlayacaktır.

Evsel ve endüstriyel ahşap atıklarının yonga levha sektöründe değerlendirilmesi ve ülkemizde yaygınlaştırılması gerektiğini ifade etmek gerekir. Ülkemizde kağıt, plastik atık toplama gibi geri dönüşüm uygulamaları yaygınlaşmıştır. Fakat evsel ahşap atık toplama ağı henüz kurulmamıştır.

2018 yılında başlatılan sıfır atık projesi kapsamında ahşap atılarının toplanmasının hedeflenmesi, geç kalınmış bir proje olsada faydalı olacaktır. Ancak şuan için 2020 yılına kadar kamu kurum ve kuruluşlarında başlatılması hedeflenmektedir. Daha sonra ise özel şirketlerle devam edip en son aşamada hane içine entegre edilmesi planlanmaktadır. Projenin tam kapasite işleyebilme hedefi 2023 yılı olması sebebiyle şuan hali hazırda başlangıç aşamasındadır.

Evsel ahşap atık ürünlerinin tekrar geri dönüşümle levha üretime kazandırılabilir. Ancak ülkemizdeki birçok tesis bu tarz materyali kullanmaya uygun dizayn edilmemiştir. Standartlara uygun levha üretilebilmesi için özellikle evsel ve endüstriyel ahşap atıklardan elde edilen yongaların hazırlama evresinde bazı değişimler yapılması gerekmektedir. Bu nedenle atıkların içerisinde metal, plastik, tekstil ve cam gibi yabancı maddelerin ayrıştırılması gerektiğinden levha üretim tesislerinin ince yonga hazırlama aşamasında kısmen bir yenileme yapılması gerektiğini göz ardı etmemek gerekir.

Sonuç olarak, evsel ve endüstriyel ahşap atıklardan TS EN standartlarına uygun olarak yonga levha üretmek mümkündür. Hammadde olarak odun yerine alternatif bu malzemenin kullanılması; hammadde açığının giderilmesine, orman varlığının korunmasına, hammadde maliyetlerinin düşmesine, enerji tasarrufu sağlanmasına ve çevre kirliliğinin önlenmesine çok önemli katkı sağlayacağı öngörülebilir.

5. KAYNAKLAR

- Abdullah, Z. A., Park, B. D. (2009). Hydrolytic Stability of Cured Urea Formaldehyde Resins Modified by Additives, *Journal of Applied Polymer Science*, 14 (2), 1011-1017.
- Adhesive Bonding of Wood, (1975). *US Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin*, No: 1512, Washington.
- Associates, A.W. (2013). "Yearbook MDF" Köln, Germany, *Market research*, ss. 45-50.
- Alma, M.H., Kalaycıoğlu, H., Bektaş, İ., Tutuş, A. (2005). "Properties of Cotton Cernel Based Particleboards, *Industrial Crops and Products*, c. 22, sayı 1, ss. 141-149.
- Akbulut T. (1991). 'ORÜS Vezirköprü Yonga levha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri', Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ashori, A., Tabarsa, T., Sepahvand, S. (2012). "Cement-Bonded Composite Boards Made from Poplar Strands, *Construction and Building Materials*", c. 26, sayı 1, ss. 131-134.
- 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, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Anabilim Dalı, Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye.
- Bozkurt, A.Y., (1982). Çimentolu Yonga levhalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 32, ss. 30-34.
- Bozkurt, Y. Ve Göker, Y. (1985). *Yonga levha Endüstrisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, ss. 263.
- BS 1811, (1969). British Standart Institu, England.
- Burdurlu, E. (1994). *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri*, Bizim Büro Basımevi, Ankara.
- Büyüksarı, Ü., Ayrılmış N., Akbulut, T. (2012). Compression Wood as a Source of Reinforcing Filler for Thermoplastic Composites, *Journal of Applied Polymer Science*, c. 123, sayı 3, ss. 1740-1745.
- Chen, T. T., Soong, H. D., Tsai, C.T. (2006) Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, *Forest Products Industries*, c. 25, sayı 2, ss. 133-142.
- Ciannamea, F. M., Stefani, P. M., Ruseckajte, R. A. (2010). 'Medium-Density Particleboard from Modified Rice Husks and Soybean Protein Concentrate- Based Adhesives', *Bioresource Technology*, c. 101, sayı 2, ss. 818-825.
- Chang F. C., Lam F. (2009). 'Use of Mountain Pine Beetle Killed Wood to Produce Cement Bonded Particleboard', *Wood and Fiber Science*, c. 41, sayı 3, ss. 291-299.
- Çabuk, Y., Karayılmazlar S. (2013). S.M. Onat, R. Kurt, Econometric modeling and projection of production, import and export of particle board industry in Turkey. *International Journal of Physical Sciences*, c. 8, sayı 5, ss. 199- 209.

- Çabuk, Y., Karayılmazlar, S. (2015). A. Aytekin, S.M. Onat, R. Kurt, 'A regression analysis of fiberboard production, import and export amounts in Turkey, with projections to 2021' *Turkish Journal of Forestry*, c. 16, sayı 1, ss. 27-35.
- Çetin, N., Çetin, S., Özmen, N. (2002). 'Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins', *International journal of Adhesion and Adhesives*, c. 22, sayı 6, ss. 477-480.
- Çolakoğlu, G. (1993). 'Kontırplak Üretim şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi', Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Dunky, M. (1998). Urea-Formaldehyde Adhesive for Wood, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, c. 18, ss. 95-107.
- Erakhruman, A. A., Areghan, S.E., Ogunleye, M. B. (2008). Selected Physico-Mechanical Properties of Comenbonded Partcleboard Made from Pine (*Pinus Caribaea* M.) Sawdust-Coir (*Cocos Nurifera* L.) Mixture, *Scientific Research and Essays*, c. 3, sayı 5, ss. 197-203.
- FAO(Food and Agriculture Organization of the United Nation), (Erişim 28 mart 2019), <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>>.
- Garnier, S., Pizzi, A., Huang, Z., Dry, J.B. (2002). Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, c. 60, sayı 5, ss. 372.
- Gerardi V., Mineli F., Viggiano D. (1998). 'Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in Italy', *Biomass and Bioenergy*, c. 14, sayı 3, ss. 295-299.
- Goncalves, F.G., Lelis, R.C.C., Olivera, J.T.D. (2008). Influence of the Composition of Tannin Urea Formaldehyde Resins the Physical and Mechanicals Properties of Particleboard, *Revista Arvore*, c. 32, sayı 4, ss. 715-722.
- Grexa, O., Lübke, H. (2001). 'Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, *Polymer Degradation and Stability*', c. 74, sayı 3, ss. 183-191.
- Grigoriou, A.H., Ntalos, G.A. (2001). The Potential Use of Castor Stalks As A Lignocellulosic Resource For Particleboards, *Industrial Crops and Products*, c. 13, sayı 3, ss. 209–218.
- Güler, C., Bektas, İ., Kalaycioglu, H. (2006). The experimental particleboard manufacture from sunflower stalks (*Helianthus annuus* L.) and Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) *Forest Prod. J.* 56(4):56-60.
- Güler, C. (2015). *Pamuk Saplarından Yonga Levha Üretimi ve Fabrikasyon İşlemi*, Türkiye Alim Kitapları Yayınları 188 s. ISBN: 978-3-639-67436-1
- Güler, C. (2001). 'Pamuk (*Gossypiumhirsutum* L.) Saplarından Yonga levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması', Yayınlanmamış Doktora Tezi, ZKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın. ss. 18-19.
- Güler, C., Sancar, S. (2016) Yonga levha fabrikasının çalışma prensibi ve farklı preleme tekniğinin levha kalitesi üzerine etkisi', *Ormancılık Dergisi*, c. 1, sayı 12, ss. 1-10.
- Güler, C., Özen, R. (2004). 'Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks', *Holz als Roh-Und Werkstoff*, c. 62, sayı 1, ss. 40-43.

- Heinrich, H., Pichelin, F., Pizzi, A. (1996). 'Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance', *Holz als Roh-Und Werkstoff*, c. 54, sayı 4, ss. 262.
- Hsy, C.Y. (2009). 'Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldehyde Polymer', *Forest Products Journal*, c. 59, sayı 5, ss. 19-24, 2009
- Huş, S. (1997). Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- İbiş M. (2018). 'Bir Yonga levha Fabrikasında Hammadde Kaynaklarının Optimizasyonu ve Üretim Koşullarının Teknolojik Yönden İncelenmesi' Yüksek Lisans Tezi, Orman Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, ss. 45-49.
- Kalaycıoğlu, H. (1987). 'Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yonga levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri', Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kalaycıoğlu, H., Özen, R. (2012). 'Yonga levha Endüstrisi Ders Notları', Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon,
- Kartal, S. N., Clausen, C. A. (2001). Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, *International Biodeterioration & Biodegradation*, c. 47, sayı 3, ss. 183-191.
- Kowaluk, G., Fuczek, D. (2009). PVAc Glue as a Binding Agent in Particleboards, *Drewno Wood*, c. 52, sayı 182, ss. 17-24.
- Latorraca, J. V. D., Teixeira, D. E., Batiseta, D.C. (2009). Overlay of *Eucalyptus urophylla* Cement-Bonded Particleboard for Application as Flooring Panels, *Forest Products Journal*, c. 59, sayı 6, ss. 65-69.
- Lee, B. H., Kim, H. S., Kim, S., Kim, D. Y., Lee, B., Deng, YH., Feng, Q. (2011). Luo JY., Evaluating the Flammability of Wood-Based Panels and Gypsum Particleboard Using a Cone Calorimeter, *Construction and Building Materials*, c. 25, sayı 7, ss. 3044- 3050.
- Maminski, M.L., Borysiuk, P., Parzuchowski, P.G. (2008) Improved Water Resistance of Particleboards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin, *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, ch. 66, vol 5, pp. 381-383.
- Nemli, G., (2000). 'Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri', Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nemli, G., Aytaç, A. (2002). Üre Formaldehit Tutkalları, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, c. 47, sayı 6, ss. 218.
- Nemli, G., Çolak, S. (2002). *Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları*, Ağaç Makineleri, c. 4, ss. 46-48.
- Nemli, G., Yalınkılıç, M.K., Imanure, Y., Takakoshi, M., Kalaycıoğlu, H., Demirci, Z., Özdemir, T. (1998). Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves, *International*

- Biodeterioration Bioderagation*, c. 41, sayı 1, ss. 75-84.
- OAİB, (2015). Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Yonga Levha Sanayi 2015 Sektör Raporu, Türkiye.
- Olorunnisola, A. O. (2009) Effects of Husk Particle Size and Calcium Chloride on Strength and Sorption Properties of Coconut Husk-Cement Composites, *Industrial Crop and Products*, c. 29, sayı 2, ss. 495-501.
- Örs, Y., Kalaycıoğlu, H., (1991). Çay Fabrikası Atıklarının Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, c. 15, ss. 968-974.
- Özen, R. (1981). ‘Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yonga levha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları’, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi*, Trabzon.
- Özen, R. (1980). ‘Yonga levha Endüstrisi Ders Notları’, *Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Ders Notları* Yayın No: 30, Trabzon.
- Pan, Z., Cathcart, A., Wang, D. (2005). Properties of Particleboard Bond with Rice Bran and Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate Adhesives, *Industrial Crops and Products*, c. 64, sayı 3, ss. 360-362.
- Ping, L., Pizzi, A., Guo, Z. D., Brosse, N. (2011). Condensed Tannins Extraction from Grape Pomace: Characterization and Utilization as Wood Adhesives for Wood Particleboard, *Industrial Crops and Products*, c. 34, sayı 1, ss. 907-914.
- Pizzi, A. (1983). *Wood Adhesives: Chemistry and Technology*, sayı 1, Marcel Dekker, New York.
- Papadopoulos, A.N., Hague, J.R.B. (2003). The Potential for Using Flax As A Lignocellulosic Rawmaterial for Particleboard, *Ind. Crops Products*, c. 17, ss. 143-147.
- Papadopoulos, A.N., Hill, C.A., Traboulay, E. (2002). Isocyanate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, c. 60, sayı 2, ss. 81-83.
- Papadopoulos, A.N., Gkaraveli, A. (2003). Dimensional Stabilisation and Strenght of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhrydride, *Holz als Rohund Werkstoff*, c. 61, sayı 2, ss. 142-144.
- Papadopoulos A.N. (2010). Durability of particleboards made from wood particles chemically modified with propionic anhydride: results after six years in ground stake-test, *European Journal of Wood and Wood Products*, c. 68, sayı 3, ss. 353-354.
- Sedano-Mendoza, M., Navarrete, P., Pizzi, A. (2010). Effect of Layers Relative Moisture Content on the IB Strength of Pine Tannin Bonded Particleboard, *European Journal of Wood and Wood Products*, c. 68, sayı 3, ss. 355-357.
- Sellers, J. (1985). Plywood Adhesive Techonology, *Forest Products Utilazation Laboratory*, Marcel Decter Inc. New York.
- Thole, V., Weiss, D. (1992). Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsum Bonded Particleboards, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, c. 50, sayı 6, ss. 241-252.
- Tröger, F., Wegener, G., Seemann C. (1998). Mischantus and Flax As Raw Material for Reinforced Particleboards, *Ind. Crops Prod*, c. 8, sayı 2, ss. 113-121.
- TS EN 309, (1999). *Yonga levhalar Sınıflandırması*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

- TS 311, (2005). *Ahşap esaslı levhalar - Yüzey sağlamlığı - Deney metodu*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312, (2012). *Yonga Levhalar-Özellikler*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS-EN 312-3, (1999). *Yonga Levhalar, Özellikler – Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil)*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 317, (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319, (1999). *Yonga Levhalar ve Lif Levhalar-Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 320, (2011). *Yonga levhalar ve lif levhalar-Vida tutma mukavemetinin tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 322, (1999). *Ahşap Esaslı levhalar Rutubet Miktarı Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323-1, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 325, (2012). *Ahşap esaslı levhalar-Deney Parça Boyutlarının Tayini*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 326-1, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 326-2, (2003). *Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 2: Fabrikada Kalite Kontrolü*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 61-4, (2016). *Vida dişleri- ISO genel amaçlı, metrik- Bölüm 4: 0,5mm ince adımlı-anma çapı 3,5 mm ile 90 mm olan vida dişleri için anma ölçüleri*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 642 ISO 554, (1997). *Kondiyonlama ve/veya deney için standard atmosferler-Özellikler*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 1351, (1974). *Lif, Yonga ve Talaş Yapımında Kullanılan Odun*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 4894 EN 120, (1999). *Ahşap Esaslı Levhalar-Formaldehit Miktarının Tayini-Ekstraksiyon Metodu ile Ayırma*, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, Ü.C. (1994) ‘Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri’, Doktora Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Yeniocak, M. (2008). ‘Bağ budama artıklarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi,’ Yüksek lisans tezi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Ana Bilim Dalı, Muğla Üniversitesi, Muğla, Türkiye.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : GÖKHAN CEYHAN
Doğum tarihi ve yeri : 07.06.1989 - TRABZON
E-posta : gkhanceyhan@gmail.com
Yabancı Dil : İngilizce

EĞİTİM DURUMU

Derece	Alan	Okul	Mezuniyet
Y.Lisans	Orman Endüstri Müh.	Düzce Üniversitesi	2019
Lisans	İşletme	Anadolu Üniversitesi	2013
Lisans	Orman Endüstri Müh.	Karadeniz Teknik Üniversitesi	2011
Lise		Affan Kitapcıoğlu Lisesi	2005

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2012-2013	Gentaş Genel Metal Sanayi Tic. A.Ş	Üretim Mühendisi
2013-halen	Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	Vardiya Mühendisi