



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

**YONGALEVHALARIN DEPOLAMA SÜRESİNİN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

SEMİH SANCAR

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ODUN MEKANİĞİ VE TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. CENGİZ GÜLER**

DÜZCE, 2019

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YONGALEVHALARIN DEPOLAMA SÜRESİNİN
TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

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

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Abdullah İSTEK

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Nevzat ÇAKICIER

Düzce Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 18/06/2019

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.

18 Haziran 2019

Semih Sancar

TEŞEKKÜR

“Yongalevhaların depolama süresinin teknolojik özelliklerine etkisi” adlı bu çalışmada sürekli üretim yapan yongalevha tesisinden temin edilen levhaların laboratuvar ortamında bazı teknolojik özellikler incelenmiştir. Bu tez Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümünde hazırlanmıştır.

Bu çalışmada danışmanlığımı üstlenerek gerek konu seçimi ve gerekse çalışmalarımın yürütülmesi sırasında ilgisini esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Cengiz GÜLER’e teşekkür etmeyi yerine getirilmesi gereken bir görev sayıyorum. Ayrıca laboratuvar çalışmalarımı beraber yürüttüğümüz mesai arkadaşlarım; Sn. Kemal AKYOL, Sn. Sinan TEMİZEL ve Sn. Sezgin ARABACI’ya teşekkürlerimi sunar, çalışma hayatında başarılar dilerim.

Beni bu günlere kadar büyütüp yetiştiren, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme minnet duyarım ve tezimin yazımı için bana yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim.

18 Haziran 2019

Semih SANCAR

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ	viii
KISALTMALAR.....	ix
SİMGELER.....	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. YONGALEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	3
1.2. DÜNYA LEVHA SANAYİSİ	4
1.2.1. Türkiye Levha Üretimi ve İhracatı.....	4
1.3. YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADELER	4
1.3.1. Odun	4
1.3.2. Yıllık Bitkiler	5
1.4. KİMYASAL MADDELER.....	5
1.4.1. Organik Tutkallar	5
1.4.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı.....	6
1.4.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı.....	7
1.4.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı	7
1.4.1.4. Rezorsin Formaldehit Tutkalı	7
1.4.1.5. İzosiyanat Tutkalı	8
1.4.1.6. Termoplastik Tutkallar	8
1.4.2. Doğal Yapıştırıcılar	8
1.4.3. Anorganik Yapıştırıcılar	8
1.5. KATKI MADDELERİ	9
1.5.1. Hidrofobik Maddeler	9
1.5.2. Sertleştirici Maddeler.....	9
2. YONGALEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ	10
2.1. ODUN HAMMADDESİ DEPOLAMA	10
2.2. KABUK SOYMA.....	11
2.3. NORMAL VE İNCE YONGALAMA	11
2.4. YONGALARIN KURUTULMASI.....	14
2.5. YONGALARIN SINIFLANDIRILMASI.....	15
2.6. YONGALARIN TUTKALLANMASI	16
2.7. YONGA TASLAĞININ OLUŞTURULMASI (SERME).....	17
2.8. ÖN PRESLEME (SOĞUK PRES)	18
2.9. SICAK PRESLEME.....	19
2.10. BOYUTLANDIRMA VE LEVHALARIN KLİMATİZE EDİLMESİ	20

2.11. SINIFLANDIRMA, DEPOLAMA VE ZIMPARALAMA	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM	21
3.1. MATERYAL	21
3.2. YÖNTEM.....	21
3.2.1. Fiziksel Özellikler	22
3.2.1.1. Rutubet Miktarı	22
3.2.1.2. Yoğunluk.....	23
3.2.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı	23
3.2.2. Mekanik Özellikler.....	24
3.2.2.1. Eğilme Direnci.....	24
3.2.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	24
3.2.2.3. Levha Yüzeyine Dik Yönde Çekme Direnci.....	25
3.2.3. Formaldehit Emisyonu.....	26
4. BULGULAR.....	28
4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER	28
4.1.1. Rutubet Miktarı	28
4.1.2. Özgül Kütle (Yoğunluk).....	29
4.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı	31
4.2. MEKANİK ÖZELLİKLER	33
4.2.1. Eğilme Direnci	33
4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	35
4.2.3. Yüzeye Dik Yönde Çekme Direnci.....	36
4.3. FORMALDEHİT EMİSYONU.....	38
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	40
6. KAYNAKLAR	43
ÖZGEÇMİŞ.....	47

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Odun sahası.	10
Şekil 2.2. Diskli yongalayıcı.	12
Şekil 2.3. Değirmen ince yongalayıcı.	13
Şekil 2.4. Değirmen ince yongalayıcı.	13
Şekil 2.5. Tamburlu kurutucu.	14
Şekil 2.6. Orta tabaka ve yüzey tabaka yonga örnekleri.	15
Şekil 2.7. Tutkallama makinesi.	16
Şekil 2.8. Yonga taslağı serme istasyonu.	17
Şekil 2.9. Orta tabaka serme.	17
Şekil 2.10. Yüzey tabaka serme.	18
Şekil 2.11. Siempallkamp ön pres.	19
Şekil 2.12. Diffenbacher conti-roll pres.	19
Şekil 2.13. Yıldız soğutucu.	20
Şekil 3.1. Su alma ve kalınlık artımı.	24
Şekil 3.2. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü.	25
Şekil 3.3. Çekme direnci test örnekleri.	26
Şekil 4.1. Ortalama rutubet değerleri.	29
Şekil 4.2. Ortalama yoğunluk değerleri.	30
Şekil 4.3. Ortalama eğilme direnci.	35
Şekil 4.4. Yüzeye dik yönde çekme direnci.	38
Şekil 4.5. Formaldehit emisyonu.	38

ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 3.1. Üretim parametreleri.	21
Çizelge 3.2. Örneklerin sınıflandırılması.	22
Çizelge 4.1. Deneme levhaların rutubet değerleri.	28
Çizelge 4.2. Levha gruplarının rutubet değerlerine ait varyans analizi.	28
Çizelge 4.3. Levha gruplarının rutubet miktarına ait duncan testi sonuçları.	29
Çizelge 4.4. Levha gruplarının yoğunluk değerleri.	30
Çizelge 4.5. Levhaların yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	30
Çizelge 4.6. Levha gruplarının 2 saat-24 saat kalınlık artımı ve su alma değerleri.	31
Çizelge 4.7. Levha gruplarının 2 saat-24 saat kalınlık artımı ve su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.	31
Çizelge 4.8. Levha gruplarının 2 saat ve 24 saat kalınlık artımı değerlerine ait duncan testi sonuçları.	32
Çizelge 4.9. Levha gruplarının 2 saat ve 24 saat su alma değerlerine ait duncan testi sonuçları.	32
Çizelge 4.10. Levha gruplarının ortalama eğilme direnci değerleri.	33
Çizelge 4.11. Levha gruplarının eğilme değerlerine ait varyans analizi.	33
Çizelge 4.12. Levhaların eğilme değerlerine ait duncan testi sonuçları.	34
Çizelge 4.13. Levha gruplarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri.	35
Çizelge 4.14. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analiz sonuçları. ..	35
Çizelge 4.15 Levha gruplarının elastikiyet modülü değerlerine ait duncan testi sonuçları.	36
Çizelge 4.16. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direnci ortalama değerleri.	36
Çizelge 4.17. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direncine ait varyans analizi.	37
Çizelge 4.18. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direncine ait duncan testi.	37
Çizelge 4.19. Depolama süresine bağlı deney levhalarına ait elde edilen sonuçlar.	39

KISALTMALAR

A	Kesit alanı
CL	Orta tabaka yongası
cm	Uzunluk birimi santimetre
cps	Akma terimi(viskozite)
FF	Fenol formaldehit
Fmax	Maksimum yük miktarı
g/cm ³	Yoğunluk birimi
g	Ağırlık birimi gram
kg	Ağırlık birimi kilogram
m	Uzunluk birimi metre
m ³	Alan birimi metreküp
MF	Melamin formaldehit
ml	Ağırlık birimi mililitre
PVA	Polivinilasetat
PVC	Polivinilklorür
SL	Yüzey tabaka yongası
sn	Zaman birimi saniye
UF	Üre formaldehit

SİMGELER

Cps	Viskozite ölçüsü
n	Örnek sayısı
r	Rutubet miktarı
s	Standart sapma
X	Ortalama
y	Yoğunluk



ÖZET

YONGALEVHALARIN DEPOLAMA SÜRESİNİN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

Semih SANCAR

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Cengiz GÜLER

Haziran 2019, 46 sayfa

Depolama süresine bağlı olarak yongalevhanın teknolojik özelliklerinde değişim meydana gelmekte olup, Türkiye’de fabrikasyon ortamında üretilen levhalardan depolama süresince meydana gelen değişim, levhanın kullanım yerlerini önemli oranda etkilemektedir. Bu nedenle bu çalışmada üretilen yongalevhaların pres çıkışından hemen sonra sıcaklık, fiziksel, mekanik ve formaldehit emisyonu test sonuçları belli periyotlarda ölçülmesi hedeflenmiştir. Deneyde kullanılan örnekler fabrikasyon ortamında üretimi takiben ilk 15.dk, 1, 7, 14, 21 ve 28 gün periyotlarında depoda bekletme sonrası örnekler alınmış olup levhanın teknolojik özellikleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu süreçte formaldehit emisyon miktarındaki değişim de gözlenmiştir. Pres çıkışı 15 dakika sonra, 1. gün 7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün sonunda elde edilen değerler karşılaştırılarak yongalevhanın depolama süresinin teknolojik özelliklere etkisi araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre depolama süresi levhaların bazı teknolojik özelliklerinin üzerine etkili olduğu gözlenmiş olup eğilme direnci ve çekme direncinde depolama süresine bağlı olarak artmıştır. Formaldehit emisyon değerlerinde bir azalma gözlenmiştir. Buna göre uygun depolama koşullarında satış öncesi en az 15 gün kadar bekletilmesinin daha uygun olacağı ifade edilebilir.

Anahtar sözcükler: Yongalevha, depolama süresi, teknolojik özellikler, formaldehit emisyonu.

ABSTRACT

THE EFFECT OF STORAGE PERIODS ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF PARTICLEBOARDS

Semih SANCAR
Duzce University

Institute of Science and Technology Department of Wood Mechanics and
Technology
Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Cengiz GÜLER
June 2019, 46 pages

Depending on the storage time, the technological characteristics of the chipboard change. The storage time of particle board produced factory environment in Turkey effects significantly usage place of particle board. Therefore, in this study aimed to be measured after the press exist of produced particles temperature, physical, mechanical, and formaldehyd emission in certain periods. The technological properties of particle board were determined samples taken after holding in the storage 15 minutes, 1., 7., 14., 21., and 28. day periods. Also changes in the amount of formaldehyde emissions were observed. The effects of technological properties of the storage time of the particle board was investigated by comparing the values obtained at the end of 15 minutes press output, 1st day, 7th day, 14th, 21th day and 28th day after. According to the results obtained, it is seen that the storage time is effective on some technological properties of the boards. Depending on the storage time increased bending and tensile strength. A decrease in the formaldehyd emission value was observed. According to this, it can be stored that it is more appropriate to wait for at least 15 days under suitable storage conditions before sale.

Keywords: Particle board, storage time, technological properties, formaldehyde emission.

1. GİRİŞ

Sosyal ve teknolojik koşulların gelişmesine paralel olarak Dünya’da ve ülkemizde orman ve orman ürünlerine olan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle hammadde kaynaklarını optimum kullanmanın yanı sıra üretim sırasında ve üretim sonrası hedeflenen kalite koşullarına bağlı olarak tüketim aşamasına kadar süreci kontrol ve optimize etmek gerekmektedir.

Orman ürünlerinin en önemli sanayi kollarından biride yongalevha endüstrisidir. Yongalevha hakkında ilk düşünce 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi adlı yayınında, testere talaşı ve kan albümininden yararlanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile levha üretimi şeklinde ortaya atmıştır. 1905 yılında Amerikalı Watson ince odun parçacıklarını presleyerek levha haline getirmek üzere patent almıştır. Alman Freundeberg 1926 yılında planya talaşlarını tutkalla işlemek suretiyle levha üretilebileceğini öne sürmüştür. 1936 yılında Amerikalı Carson % 12 rutubetteki iri testere talaşlarını, boyutlarına göre ayarladıktan sonra mantar ve yanmaya karşı emprenye ederek sıcak preslemiş, elde ettiği levhanın yüzeyini sentetik reçineden elde edilen termoplastik bir örtü ile kaplamak suretiyle patent almıştır (Kelleci, 2013).

Yongalevha üretimi yapan ilk fabrika 1941 yılında Almanya’da Torfit–Werke AG firması tarafından Bremen şehrinde kurulmuştur (Bozkurt & Göker, 1985).

Ülkemizde yongalevha üretimi 1955 yılında İstanbul Kartal’da kurulan fabrika ile başlamış, üretilen ürünler piyasaya SUNTA adı ile sunulmuştur. Daha sonra 1967 yılında İstanbul-Halkalı’da Modern Kontrplak ve Suni Tahta Sanayi Ltd. Şirketi kurulmuştur. Bu iki fabrikadan sonra 1970 yılına kadar ülkemizde fabrika kurulmamıştır (Akbulut, 2014)

1646 yılında W. Klauditz ve ekibi üniversiteye bağlı olarak bir araştırma enstitüsü kurulmuştur. Burada yongalevha konusunda levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar yapılmıştır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

Yongalevha üretiminde levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini, kullanılan hammadde türü, levhaların yoğunluğu, yapıştırıcı türü ve miktarı ve diğer katkı maddeleri önemli oranda etkiler. Ancak yongalevhanın üretim koşulları, yonga geometrisi, kurutma,

serme, presleme tekniği gibi birçok fakt6r de levha kalitesini belirler. Pres ve presten 6nceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhanın fiziksel ve mekanik 6zelliklerinin istenen 6zellikte olmasını sağlayabilir. Ancak pazarlama açısından alıcıyı etkileyen en 6nemli 6zellikler levhaya pres sonrası işlemlerle kazandırılır (G6ler, 2015). Yongalevhaların depolandığı alanlarda istif yeri sıcaklığının 18-24   C, bağıl nemin %60-65 olması tercih edilir, istif takozları eşit kalınlıkta olmalı, takozlar arası açıklıklar 15 mm ve daha kalın levhalarda 80 cm'den daha fazla olmamalıdır. İnce levhalarda takozlar arası açıklık levha kalınlığının 50 katından daha fazla olmamalıdır (Akbulut, 2014). Khalil ve ark. (2008) yaptıkları bir çalışmada kauçuk ağacı ile palmiye odunu dallarından 6retilen levhaları % 65 ve % 93 bağıl nem şartlarında 20   C sabit sıcaklıkta iki farklı ortamda 10 hafta s6re ile depoda bekletmişlerdir. Sonuçta % 65 bağıl nemde depolanan levhalar fiziksel ve mekanik 6zellikleri ile boyutsal stabliteden bakımdan çok az etkilendiği, % 93 bağıl nemde depolanması ile depolama s6recine bağlı olarak boyutsal stabilite ve teknolojik 6zelliklerinde 6nemli bir d6şuş g6sterdiğini ortaya koymuşlardır.

Kaliteli levha 6retimi için elde edilen yonganın her iki y6z6n6n birbirine paralel kalınlığının homojen ve ince olması gerektiği belirtilmektedir (Kalaycıoğlu & 6zen, 2012). Narinlik oranı 150 civarında olan yongalar ve hafif ağaç t6rleri y6zey tabakalarında nispeten ağır ağaç t6rleri ise orta tabakada kullanılabilir. Formaldehit oranı y6ksek tutkal kullanımı da levha kalitesini artırırsa da sağlık açısından tercih edilmezler (Akbulut, 2014). Levhalarda presleme sonrası 6re formaldehit tutkalında sertleşme tam anlamıyla sona ermediği pres sonrası g6nlerce hatta aylarca devam ettiği dolayısıyla formaldehit emisyonu da bu s6reye bağlı değiştiği vurgulanmaktadır (olakoğlu 2001; G6nd6z & Ayan, 2014).

Hafif odun yongalarından 6retilen levhalar preslenirken sıkıştırma fakt6r6 y6ksek seçilebilir. Bunun sonucu olarak levha 6zg6l k6tlesi d6ř6k olmasına rağmen direnç y6kselmiş olur (G6ler, 2005). Levha kalınlığı boyunca 6zg6l k6tle değişimi, 6zg6l k6tle profili olarak adlandırılmaktadır. 6zg6l k6tle profilinde parabolik eğrinin olması eğilme direnci ve elastikiyet mod6l6n6n artmasına neden olur (G6nd6z & Masraf, 2005).

Bu çalışmada 6retilen yongalevhaların pres çıkışından hemen sonra ve bir ay s6rete belli periyotlarda bazı fiziksel ve mekanik 6zellikleri incelenmiştir. Depolama s6recine bağlı olarak bu değişimlerin levha kalitesi 6zerine etkisi araştırılmıştır.

1.1. YONGALEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Yongalevha genellikle odun hammaddesinden elde edilen yonga ve küçük parçaların sentetik bir reçine veya uygun bir yapıştırıcı ile ısı ve basınç altında levhalar haline getirilmesi ile oluşan bir malzemedir.

TS EN 309 (2008)'a göre yongalevha; odun (odun yongası, testere talaşı vb.) ve / veya diğer lignoselülozik lifli materyalin (keten, kenevir lifleri, şeker kamışı vb.) bir tutkal ilavesi ile sıcaklık ve basınç altında şekillendirilmesiyle oluşan levhalardır.

Yongalevhaların özelliklerini etkileyen faktörler ise; ağaç türü, özgül ağırlık, sıkıştırma oranı, pH, ekstraktif maddeler, permaabilite, odun rutubeti, presleme koşulları, tutkal türü ve miktarıdır (Göker ve Akbulut, 1993).

Yongalevhalar çeşitli şekillerde sınıflandırılmaktadır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

A. Özgül Ağırlıklarına Göre;

1. Düşük özgül ağırlıktaki; özgül ağırlıkları 0.590 g/cm^3 ten düşük olan yongalevhalar
2. Orta özgül ağırlıktaki; özgül ağırlıkları $0,590-0,800 \text{ g/cm}^3$ arasında
3. Yüksek Özgül ağırlıktaki; özgül ağırlığı $0,800 \text{ g/cm}^3$ ten daha fazla olan yongalevhalar

B. Presleme Tekniğine Göre;

1. Yatık yongalı levhalar
2. Dik yongalı levhalar

C. Tabaka Sayılarına Göre;

1. Tek tabakalı (homojen) yongalevhalar
2. Üç tabakalı yongalevhalar
3. Çok tabakalı yongalevhalar

D. Yonga Boyutlarına Göre;

1. Normal yongalevhalar
2. Etiket yongalevhalar
3. Şerit yongalevhalar
4. Yönlendirilmiş (OSB) Yongalevha

E. Tutkal Türüne Bağlı Kullanım Yerine Göre;

1. Organik reçine kullanılarak üretilen yongalevhalar

2. Anorganik reçine kullanılarak üretilen yongalevhalar
F. Kaplanmış yongalevhalar, Kaplanmamış yongalevhalar

1.2. DÜNYA LEVHA SANAYİSİ

1.2.1. Türkiye Levha Üretimi ve İhracatı

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. Türkiye yongalevha üretimi 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 Türkiye yongalevha ihracatı ise 2010 yılında üretim miktarı 40 bin m³ olurken, 2012, 2013, 2014 ve 2015 yıllarında 75 bin m³ olmuştur (İstek ve ark., 2017).

1.3. YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADELER

Yongalevha endüstrisinde en çok odun hammaddesi kullanılmaktadır. Orman artıkları, uygun kalınlıktaki dal odunları, düşük değerlikteki tomruklar ile yuvarlak veya yarma sanayi odunları, ağaç işleri endüstrilerinin artıkları da kullanılır. Ayrıca saman, saz, keten, kenevir sapı, kendir, ayçiçeği sapsarı, çay fabrikası atıkları, tütün sapsarı ve pamuk tohumu kabukları ve sapsarı kullanılmaktadır. Yongalevha üretiminde (% 90 oranında) odun veya diğer lignoselülozik materyaller ve (% 10 oranında) kimyasal malzemeler kullanılır (Nemli & Kalaycıoğlu, 2000).

1.3.1. Odun

Bakım ve aralama kesimleriyle ağaçların budanması sonucunda elde edilen ince yuvarlak odunlar, dal ve tepe uçları ile ağaç endüstrisi artıkları yongalevha üretiminde kullanılmaktadır. TS 1351 (1973)'e göre, boyu 0,5-2 m ince uç çapı 4 cm kalın uç çapı en çok 20 cm. olan yuvarlak ve yarma odun kalınlığı 20 cm den küçük atık parçalar ile kalınlığı en az 2 mm olan testere talaşı yongalevha üretiminde kullanılabilir.

Sürekli üretim yapan yongalevha fabrikaları genellikle odun hammaddesini karışım yaparak kullanılmaktadır. % 60-70 karaçam veya sarıçam % 20-30 arasında kavak, köknar, okaliptüs gibi türler kullanılmaktadır. Bu odun türleri yoğunluklarına göre silolarda sınıflandırılarak depolanırlar.

Üretimde veya odun karışımlarında yoğunluğu arttırmak için % 10-15 oranında kayın veya meşe türleri de kullanılmaktadır fakat bu türler yapısal olarak hücre çökmeleri (kollaps) oluşturdukları için tutkal gibi kimyasalları nüfus etmeyi zorlaştırmaktadır.

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Yıllık bitkiler de yongalevha üretiminde özellikle orman kaynakları kıt olan bölgelerde kullanılmaktadır. Yıllık bitkilerin levha üretimine uygun olması yeterli değildir. Miktarının yeterli olması, toplama, taşıma, depolama ve hazırlanmalarının kolay olması, ucuz ve materyalin zararlılar tarafından herhangi bir bozulmaya maruz kalmamış olması gerekmektedir. Fakat depolama safhasında zorluklar yaşandığı için yıllık bitkiler çürümeye maruz kalabilmektedir. Ayrıca üretim sahasına getirilen yıllık bitkiler için depolama alanı temiz kuru hatta sundurma ile kapalı bir alana ihtiyaç vardır. Yıllık bitkilerden şeker kamışı, keten, bambu, pamuk, göl kamışı vb. bitkilerin odunsu kısımlarından levha yapımında kullanılmasında teknolojik zorluk yoktur (Güler, 2015; Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

1.4. KİMYASAL MADDELER

Yongalevha endüstrisinde kullanılan kimyasal maddeler katkı maddeleri ve yapıştırıcılar olarak ikiye ayrılmaktadır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

1.4.1. Organik Tutkallar

Organik yapıştırıcılar sentetik, bitkisel ve hayvansal olmak üzere üçe ayrılır. Yongalevha üretiminde en yaygın olarak sentetik tutkallar kullanılmaktadır.

Yongalevha endüstrisinde genellikle üre formaldehit ve melamin formaldehit tutkalları kullanılmaktadır.

Duroplastik tutkallar ısıtma ile önce yumuşamakta ancak daha fazla ısıtıldığında yumuşamamak üzere sertleşmektedir. Termoplastik reçineler ise soğutulduğunda sertleşir ve tekrar ısıtıldığında yumuşarlar. Bu tür tutkalların soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz özellik taşıması, odunu lekeleme kusuru olmaması ve işlenmesi sırasında aletleri yıpratmaması gibi özellikleri olduğu belirtilmektedir (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

1.4.1.1. Üre Formaldehit Tutkalı

Sıcak preslemede sertleşme süresi kısa, kullanımı kolay, diğer tutkallardan ucuz ve şeffaf olması nedeniyle levha üretiminin % 90'ı (özellikle iç mekânlarda) üre formaldehit tutkalı ile gerçekleştirilir. Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ile formaldehitin yüksek molekül ağırlıklı polimerleridir. Üre ile formaldehitin kademeli bir şekilde kondenzasyonu sonucu kuru ve sıvı hallerde elde edilebilir (Huş, 1997).

Formaldehit metanol'ün katalitik oksidasyon hidrolizasyonu yolu ile üretilmektedir. Metanol ise maden kömürü oksijen ve hidrojeninden metanol sentezi yoluyla elde edilir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, %100'lük sıvı amonyağın sıvı karbondioksit ile birleştirilmesi sonucunda ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak amonyum karbominat meydana gelmekte buna amonyak ilave edildiği takdirde su ayrılarak üre elde edilmektedir (Nemli & Aydın, 2003).

Üre formaldehit tutkalının sertleşmesi için levha orta kısmı 100 ° C civarında olmalıdır. Diğer özellikler ise, sertleşme hızının sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-20 saniye arasında olduğu yapışma direncinin yüksek, renginin beyaz veya şeffaf olduğu belirtilmektedir (Nemli & Aydın, 2003).

Avantajları;

- a. Reaktifliği yüksektir.
- b. Adhezyon özelliği oldukça iyidir.
- c. Tamamen sertleşebilir ve sertleşmiş haldeki rengi şeffaftır.
- d. Çok çeşitli sertleşme koşullarına uyumludur.
- e. Sulu çözelti olarak ayarlanabilir.
- f. Diğer yapıştırıcılar ile uyumlu bir şekilde kullanılabilir.
- g. Yanıcı değildir ve ısı özellikleri iyidir.
- h. Maliyeti diğer yapıştırıcılara oranla düşüktür.
- i. Kokusuzdur.

1.4.1.2. Fenol Formaldehit Tutkalı

Bu tutkal; alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ile fenolün kondenzasyonu sonucu elde edilir. Fenol formaldehit tutkalı formaldehit/fenol oranı ve katalizör ortamının asidik veya alkali olmasına göre novalak, resol, resitol ve resit olmak üzere dört grupta toplanır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

Formaldehit / fenol > 1 (1/1.5-2) arasında değişmektedir. Depolama süresi birkaç saatten birkaç aya kadar olabilir. Fenolik tutkallar; üre tutkallarından daha yavaş sertleşirler. Fenol formaldehit tutkalı sertleştikten sonra rutubet, su, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı son derece dayanıklıdır. Dolayısı ile bu zararlılara karşı dayanıklılığın arandığı mobilya, kaplama, kontraplak, yongalevha üretiminde, eğmeçli yüzeylerin kaplanmasında, ahşap yüzeylere metal kaplanmasında ve laminat kâğıtların taşıyıcı olan kraft kâğıtlarının emprenye edilmesinde kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu, 1991).

1.4.1.3. Melamin Formaldehit Tutkalı

Melamin ile formaldehitin kondenzasyonu sonucu üretilmektedir. 90-140° C sıcaklıklarda herhangi bir sertleştirici madde kullanılmaksızın sertleşebilmektedir. Melamin formaldehit üretiminde; reaksiyon pH 5-6 ortamında 1 mol melamin 6 mol formaldehit ile karıştırılması ile başlar ve kademeli olarak ilerler. Serin ve kuru bir yerde muhafaza edildiği takdirde reçine bir yıl dayanabilmektedir.

Melamin formaldehit tutkalı, üre formaldehit tutkalına benzemekle birlikte birtakım avantajları vardır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012);

1. Suya karşı daha dayanıklıdır
2. Isı stabilitesi daha yüksektir
3. Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilir.

1.4.1.4. Rezorsin Formaldehit Tutkalı

Rezorsin iki molekülü bir fenoldür. Oldukça pahalı olup, fenol formaldehit tutkalından daha kısa sürede sertleşebilmektedir. Soğukta dahi şiddetli bir reaksiyon gösterebilmekte ve sertleştirici katılarak su ve neme karşı dayanıklılık aranmayan yerlerde kullanılmaktadır. Daha çok dış cephe elamanları, gemi, kayak, köprü yapı ve uçak yapımında tercih edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

1.4.1.5. İzosiyanat Tutkalı

Oldukça pahalı, fakat yapıştırma gücü çok kuvvetli bir tutkal türüdür. Suya ve bazı zayıf asit türlerine karşı iyi bir dirence sahiptir. Rutubete dayanıklılığı bakımından fenol formaldehit tutkalına eşdeğer, yapışma direnci bakımından ondan daha yüksektir. En büyük özelliği içerisinde su bulundurmamasıdır (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

1.4.1.6. Termoplastik Tutkallar

Termoplastik yapıştırıcılar ısıtılmak sureti ile yumuşayabilen ve soğutulduklarında sertleşebilen yapıştırıcılardır. Bu tür tutkallar soğuk olarak uygulanabilir, yüzeylere kolaylıkla sürülebilir, hızlı bir şekilde sertleşir, yanmaz ve kokusuz özelliktedir. İşlenme sırasında aletleri yıpratmaz ve ağaç malzemede lekelenmeye sebep olmadığı belirtilmektedir (Bozkurt & Göker, 1985).

1.4.2. Doğal Yapıştırıcılar

Doğal yapıştırıcılar günümüzde yongalevha üretiminde çok az kullanılmaktadır. Kan tutkalları ve kazein tutkalı yongalevha üretiminde sadece modifikasyon maddesi olarak kullanılmaktadır. Bitkisel tutkalların gelecekte yongalevha endüstrisinde önemli bir yer tutması beklenmektedir. Odun ve kabuklardan ekstraksiyon yolu ile elde edilen, tanen olarak bilinen doğal polifenoller dış koşullarda kullanılacak yongalevhaların üretiminde kullanılmaya uygun olduğu belirtilmektedir (Kalaycıoğlu, 1987).

1.4.3. Anorganik Yapıştırıcılar

Anorganik yapıştırıcı olarak genellikle çimento ve alçı kullanılmaktadır. Bu bağlayıcılar ile üretilen odun esaslı kompozitler çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım amaçlı kullanılmaktadır.

Anorganik tutkallar; çimento, magnezit ve alçı olup çoğunlukla inşaat sektöründe yalıtım için kullanılan levhalar ve çeşitli biçimdeki malzemeler ile özellikle son yıllarda ambalajlı kapların üretilmesinde kullanılmaktadır. Magnezyum ve portland çimentosu kullanılarak çimentolu yongalevha üretilmektedir (Aydın, 2005).

1.5. KATKI MADDELERİ

1.5.1. Hidrofobik Maddeler

Özellikle mobilya imalatında kullanılacak yongalevhelerde boyut stabilizasyonunu sağlayabilmek açısından hidrofobik katkı maddeleri kullanılmaktadır. Parafin yüksek su itici özelliğe sahip ekonomik bir materyaldir (Bozkurt & Göker, 1985).

Yongalevha üretiminde hidrofobik madde olarak kullanılan parafin, homojen yapıda, tutkal ve emprenye maddeleri ile uyumlu olması gerektiği belirtilmektedir (Bozkurt & Göker, 1985).

1.5.2. Sertleştirici Maddeler

Tutkalların üretimi reaksiyonun yarıda kesilmesi ile gerçekleşmektedir. Bu nedenle yongalar tutkallandığı andan itibaren yarıda kesilmiş olan kondenzasyon reaksiyonu başlamış olur. Levha üretiminde tutkal reaksiyonunun sıcak presleme yapmadan önce ön kurlenme olması istenmemektedir. Fakat prese girdiği andan itibaren hızlı bir sertleşme arzu edilir. Zira pres ve bağlantılı olarak fabrikanın kapasitesi tutkalın sertleşme süresine bağlı olduğu belirtilmektedir. Yongalevha üretiminde ÜF için amanyum klorür veya amanyum sülfat kullanılır. Alkali ortamda sertleşen fenol formaldehit tutkalı ile yapıştırırmada sertleştirici ilavesine gerek yoktur.

2. YONGALEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ

Yongalevha üretiminde iki ana yöntem vardır. Yatık yongalevha ve dik yongalevha üretimidir. % 99 'u yatık yongalevha üretimi şeklindedir. Bu iki yöntemin ayrılması presleme teknolojisinden ileri gelmektedir. Ülkemizde yongalevha sektöründe faaliyet gösteren fabrikalarda tek ve çok katlı sıcak preslerin yanında sürekli preslerle de üretim yapılmaktadır. Serme sistemlerinde havalı ve mekanik serme ayrı ayrı kullanıldığı gibi kombine olarak da kullanılmakta olup, dökme sisteminin kullanıldığı fabrikalar da mevcuttur (Akyıldız, 2003). Ülkemizde genelde Alman markalı tek ve çok katlı ve Conti-roll presler kullanılmaktadır. Yaygın olarak kullanılan markalar; Siempallkamp, Bison ve Diffanbaher'dir. Preslerde levhanın uzunluğu ve genişliği kolayca ayarlanabilmektedir.

2.1. ODUN HAMMADDESİ DEPOLAMA

Odun hammaddesi tedarik durumu göz önünde bulundurularak en azından altı aylık ya da yıllık hammadde ihtiyacını karşılayacak şekilde depo edilmelidir. Ayrıca farklı hammadde grupları farklı alanlarda ve uygun şekilde istiflenerek depo edilmesi gerektiği belirtilmektedir. Şekil 2.1'de uygun bir istifleme örneğini görülmektedir (Bozkurt & Göker, 1990).



Şekil 2.1. Odun sahası.

2.2. KABUK SOYMA

Yongalevha endüstrisinde orta tabaka yongalarının üretiminde kabuk soyma ünitesi kullanılmamaktadır. Kabuk, üretime katılarak verim artışını sağladıkları için tercih edilmekte ve doğrudan doğruya levha üretime katılmaktadır. Fakat yongalevha üretiminde dış tabakalarda kullanılacak odunun kabukları soyulması istenir (Özen, 1980). Üretimde kabuk kullanılmaması durumunda elde edilen levhaların direnç değerleri daha yüksek ve levhanın rengi daha homojendir. Bu nedenle levha ağırlığına oranla kabuk miktarı % 10'u geçmemesi arzu edilir (Güler, 2015).

2.3. NORMAL VE İNCE YONGALAMA

Levha için uygun yongaların elde edilmesi iki ayrı sistemle olur. Birincisinde önce kaba yongalar üretilir, sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde levha üretilmesine uygun hale getirilir (Masraf, 2005).

Tabakalı yongalevhaların üretiminde orta ve yüzey tabakalarda kullanılacak yongaların ayrı ayrı hazırlanması gerekir. Orta tabakada kullanılacak yongalar daha düşük kalitedeki odunlardan üretilebilirler. Bu yongalar nispeten kabadır. Yüzey tabakalarında kullanılan yongaların daha ince, düzgün yüzeyli ve homojen kalınlıkta olması istenir. Bunun için yüzey tabakalarında kullanılan yongalar daha kaliteli odunlardan elde edilmektedir. Kaliteli yonga elde edebilmek için yongalanacak odunun rutubeti % 30-60 arasında olmalıdır. Rutubetin % 30'un altına düşmesi halinde fazla miktarda toz oluşur ve verim düşer (Akbulut, 2000).

Kullanılan yongalama makineleri genel olarak dört gruba ayrılmaktadır. Bunlar; çok bıçaklı diskli yongalayıcılar, çevresel yongalayıcılar, konik diskli yongalayıcılar ve çift konik diskli yongalama makineleridir (Karakuş, 2007).

Yongalama makinesinde odun liflerinin ezilmemesi, kopmaması ve yonga kalınlığının homojen olması gerekmektedir. Yongalanacak odunun yongalama makinesinin kesici bıçakları ile yaptığı açı, verim açısından önemlidir. Odun hammaddesinin liflere dik yönde yongalanması için harcanan enerji, paralel yongalama için gerekli enerjiden daha fazladır. Odunun yoğunluğunun yükselmesi ile yongalama için enerji gereksinimi de artacaktır. Yonga kalınlığı, odunu yongalamak için gerekli makaslama kuvvetine bağlı olup, kesme yüzeyiyle orantılı yonga uzunluğu ile ilişkilidir (Eroğlu & Usta, 2000).

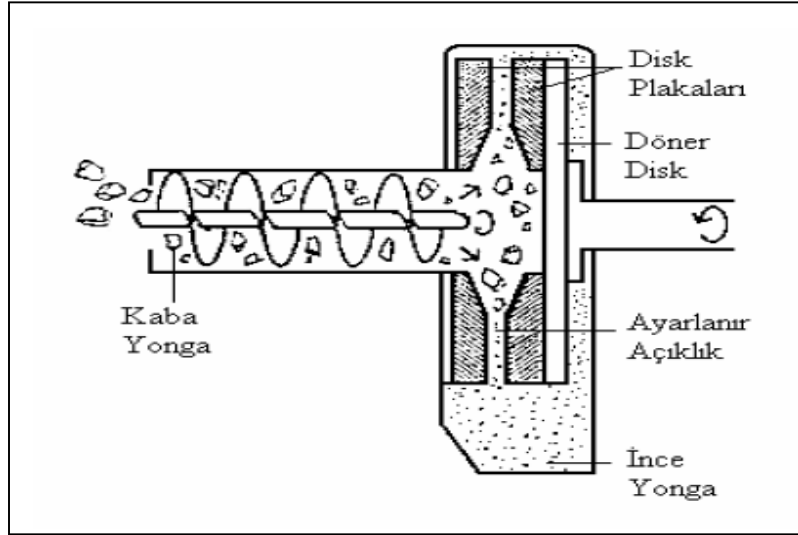
İnce yongalama, levha üretiminde uygun yongaları doğrudan üretme imkanı olmadığından daha önce üretilmiş kaba ve normal yongalar bir defa daha özel inceltme makinaları veya değirmenlerden geçirilip sekonder yongalama ile uygun hale getirilir. Yongaların kalınlıklarının azaltılması için defibratörler kullanılır. Yongaların inceltilmesi için diskli ya da elekli değirmenlerden yararlanır.

Genellikle macro değirmen orta tabaka yongası ve micro değirmenler yüzey tabaka yongası kullanılmaktadır. Şekil 2.2’de diskli yongalayıcı makinesi görülmektedir.

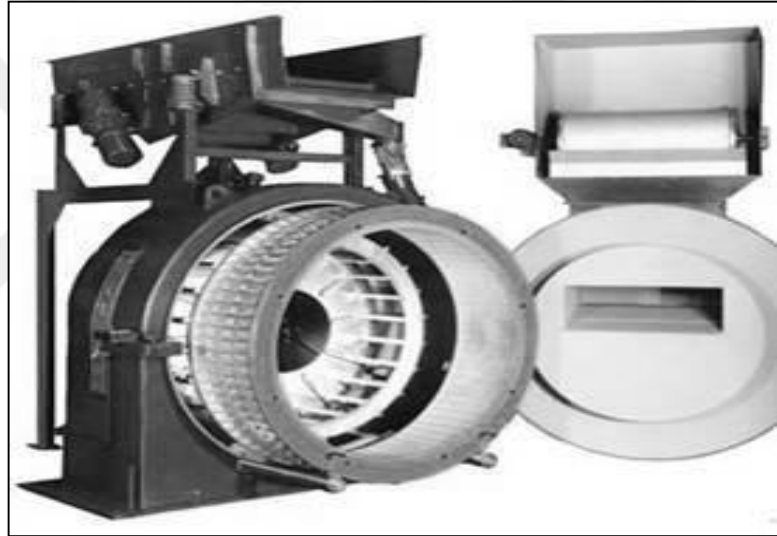


Şekil 2.2. Diskli yongalayıcı.

Yongalayıcı kapasitesi ve yonga verimi, yongalama makinelerinin kapasiteleri odun ve makineyle ilgili birçok faktöre bağlıdır. Bunların başında odunun boyutları, yonga kalınlığı, makinenin yapısı, materyalin makineye verilmiş biçimi, emme tertibatı, vb. gelmektedir. Odunun özgül ağırlığı arttıkça bıçağın dayanma süresi azalır. Körelmiş bıçak ise verimi düşürür. Çok hafif odunlarda ise örneğin kavak bıçak ağzının önünde birikme yaparak kesme kuvveti gereksinimini artırır. Rutubetli odunların kaliteli yonga verimi yüksek, toz miktarı ise azdır. Ayrıca yonganın yüzeyi daha düzgün ve kalınlığı homojendir. Buna ilaveten yongalamadaki kuvvet gereksinimi daha azdır. Azalan yonga rutubetiyle orantılı olarak toplam yonga verimi düşer ve kalite bozulur (Bozkurt & Göker, 1990). Şekil 2.3 ve Şekil 2.4’de değirmen ince yongalayıcılar görülmektedir.



Şekil 2.3. Değirmen ince yongalayıcı.



Şekil 2.4. Değirmen ince yongalayıcı.

Yonga verimi; üretilen yonganın üretiminde kullanılan oduna oranı ekonomik bakımdan son derece önemlidir. Verimin saptanmasında yonga kaba, normal ve ince olmak üzere üç gruba ayrılır. Normal yonga üretiminde ortaya çıkan kaba yonga boyutları, özellikle kalınlığı bakımından levha üretimi için uygun değildir. Uzunluk ve genişlikteki fazlalıklar giderilebilir, fakat kalınlıktaki fazlalığın düzeltilmesi oldukça zordur. Dış tabaka yongasından çıkan kaba yongalar hemen hemen hiçbir değişiklik yapmadan orta tabakada kullanılabilir. Orta tabaka için üretilen yongaların elenmesinde açığa çıkan kaba yongaların mutlak inceltmeleri veya öğütülmeleri gerekir (Bozkurt & Göker, 1990).

2.4. YONGALARIN KURUTULMASI

Üretilen yongalar % 30–120 arasında çok değişik nem derecelerine sahiptir. Yongalevha üretiminde; lif doygunluk rutubetinin üzerindeki rutubete sahip yongalar % 1-3 rutubete kadar kurutulmalıdırlar. Yongaların rutubetinin fazla veya kuru olması levhanın patlamasına, toz miktarının ve yangın tehlikesinin artması gibi sorunlara neden olabilmektedir (Güler, 2015; Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

Kurutma işlemleri yüksek sıcaklıklarda yapılmakta olup, baca sıcaklığı 120-135 derecelerde olacak şekilde kurutma işlemleri yapılmaktadır. Bu maksatla döner silindirik, borulu, tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbünlü, girdaplı ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır. Bu makinelerde yüksek sıcaklık uygulanarak kurutma yapılmaktadır. Şekil 2.5’de aktif olarak çalışan tamburlu kurutucuyu görebiliriz (Eroğlu & Usta, 2000).



Şekil 2.5. Tamburlu kurutucu.

Endüstride genellikle döner tamburlu kurutucular tercih edilmektedir. Yanma odası sıcaklığı 500 derece tambur sıcaklığı 300 derece çıkış sıcaklığı ise 140 derece olan tambur yataklar, zincir yardımıyla dönen fan ve siklonlardan oluşan bir makinedir. Kurutma makinelerinde yakıt olarak doğalgaz, propan, fuel-oil kullanıldığı gibi zımpara tozu da kullanılabilir.

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

bağlıdır. Radyasyon yoluyla kurutmada ise; kurutma süresi daha uzundur ve pahalı bir yöntemdir. Yongaların kurutulması konveksiyon kurutma kurallarına uygun olarak 2 kademedede gerçekleşir; birinci kademedede lümenlerdeki serbest su (kapiler) uzaklaşmakta, ikinci kademedede ise higroskopik yani bağlı su uzaklaşmaktadır (Eroğlu & Usta, 2000). Kurutucu içerisinde herhangi bir tıkanıklık olursa yangın çıkar ve ciddi problemlere sebep olur. Kurutucular yangın ve patlama tehlikelerinden dolayı yongalevha fabrikalarında en tehlikeli kısımlarından birini oluştururlar (Bozkurt & Göker, 1990).

2.5. YONGALARIN SINIFLANDIRILMASI

Yongalar kurutma işleminden sonra kuru yonga silosunda depolanır. Silodan sarsak elek ile bağlantılı vida taşıyıcılar ile sınıflandırmak üzere yongalar elek girişine doğru taşınır. Birincil yongalama işlemi ve değirmenlerde yongalar bir boyut kazanmış olsa dahi homojen bir boyut değildir ve bu yüzden sınıflandırma ihtiyacı duyulmaktadır. Sarsak eleklerin boyutları, katları ve elek çapları kapasiteye göre değişmektedir. Genellikle 2 ayrı kat ve her katta 3 katlı elek bulunmaktadır. Oversize elekleri en üst katta bulunur bu eleğin üstünde kalan yongalar oversize silosuna taşınır. Bu elekten geçen yongalar ise orta tabakada kullanılmak üzere C1 silosuna taşınır. En alt katta bulunan elek üstünde kalan yongalar ise dış tabakada kullanılmak üzere S1 silosuna taşınır ve bu eleğin altına geçen yongalar ise kurutma burlörlerinde ve ya kazan dairelerinde yakılmak üzere yakıt olarak kullanılmaktadır. Oversize yongaları ise tekrar ince yongalayıcıdan geçirilerek sisteme dâhil edilir. Bu bir döngüdür yani kapalı bir sistem halinde tekrarlanır. Böylece yonga sınıflandırılması yapılır ve ayrı ayrı silolarda depolanmak üzere tutkallama işlemine hazır hale gelmektedir. Şekil 2.6'de orta ve yüzey tabaka yongalarına ait örnekler görülmektedir.



Şekil 2.6. Orta tabaka ve yüzey tabaka yonga örnekleri.

2.6. YONGALARIN TUTKALLANMASI

Yongalevha üretiminde yongaların tutkallanması, yongalevhanın mekanik ve fiziksel direnç özelliklerini doğrudan etkilediği için önemli bir husustur. Tutkalın olabildiğince homojen bir şekilde, bütün yonga yüzeyini kaplaması, elde edilen yongalevhanın direnç özelliklerini arttırır (Bozkurt & Göker, 1990).

S1 ve C1 silolarında depolanan yongalar ayrı iki hat üzerinden tutkallama blenderlarının üstündeki dozajlama bunkerlerine taşınırlar bunkerlerde kantar yardımıyla ağırlık esasına göre dozajlama yapılmaktadır. Üretim hızına göre dakikada geçen yonga miktarına göre taşıma yaparak tutkal blenderlarına yongalar iletilir.

Blender girişinde sıvı parafin veya katı eriyik haldeki parafin enjektör yardımıyla yongalara püskürtülür. Daha sonra tutkal ile sertleştirici karışımı yongalar üzerine enjektörler ile püskürtülür.

Blender içindeki boydan boya uzatılmış mil ve milin üstünde karıştırıcı topuzlar yardımıyla tutkal ve yonga karıştırılarak serme bunkerlerine taşınırlar.

Koruyucu ve yanmayı geciktirici diğer katkı maddeleri ise bazen tutkal karıştırma makinelerinde tutkala veya üretim hattının bir başka yerinde tutkal yonga karıştırıcısına ilave edilirler (Bozkurt & Göker, 1990).

Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama makinelerinin içinde yongalara çeşitli hareketler verilir (Kalaycıoğlu & Özen, 2012). Şekil 2.7'de tutkallama makinesi görülmektedir.

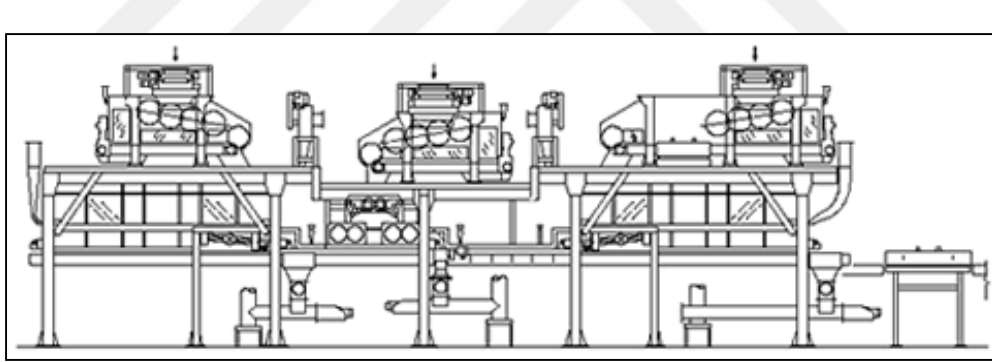


Şekil 2.7. Tutkallama makinesi.

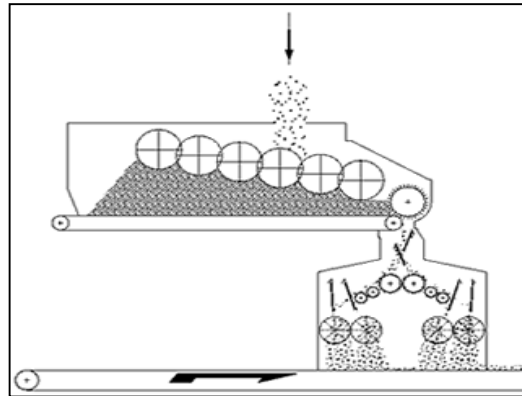
2.7. YONGA TASLAĞININ OLUŞTURULMASI (SERME)

İki ayrı hat halinde S1 ve C1 tabaka yongaları ayrı ayrı serme dozaj bunkerlerine SL1 CL ve SL2 bunkerlerinde tekrar dozajlama yapılmak üzere depolanır, üretim hızına göre tutkallı yongalar kantar yardımıyla dozajlanır ve serme bunkerlerine dökülür genellikle dış tabaka için pnömatik orta tabaka için ise mekanik serme kullanılmaktadır.

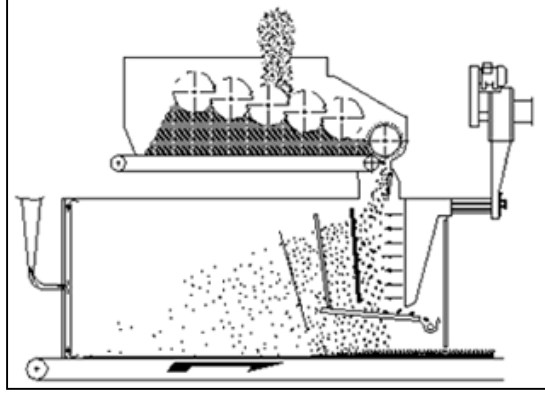
Öncelikle SL1 tabakası pnömatik yani havalı serme ile serilir. Fan yarımıyla hava üfleyen kanallardan hava hareketi ile yongalar hafif olan uzağa ağır olanlar ise yakına düşmek suretiyle serme yapılır. Serme bunkerleri içerisinde 3 adet dikey 1 adet yatay elek mevcuttur S1 tabakasında topaklaşmış ve kullanılmayacak yongalar bu eleklerden geçemeyerek üretimden ayrılır. CL mekanik serme işlemi ise dozajlama yapıldıktan sonra 1 adet ortada 3 er adet sağ ve sol tarafta bulunan dişli rulolara çarpan yongalar mekanik serme işlemi yapılır. SL2 ise SL1 serme sistemi ile aynı olup sadece ters yönde bu işlemi yapmaktadır. Yongalevha taslağı bu şekilde hazır olmaktadır. Şekil 2.8’de serme istasyonu, Şekil 2.9’da orta tabaka serme istasyonu, Şekil 2.10’da yüzey tabaka serme istasyonu görülmektedir.



Şekil 2.8. Yonga taslağı serme istasyonu.



Şekil 2.9. Orta tabaka serme.



Şekil 2.10. Yüzey tabaka serme.

2.8. ÖN PRESLEME (SOĞUK PRES)

Serme işleminde keçe oluşturulurken kenarların düzgün bir şekilde olması ve kenar alma işlemlerinde fire oranının azaltılması için şekillendirme kalıpları içerisine serilen yonga keçesinin, ön preslerde sıkıştırılmaları gerekmektedir. Böylelikle; dış ve orta tabakalarda bulunan yongalar birbirleriyle daha iyi kenetlenir ve ince yongaların sarsıntı sonucu kayması önlenmiş olur (Bozkurt & Göker, 1990).

Ön presleme sayesinde sıcak preslerde pres plakalarının fazla açılması önlendiğinden, ısı ve pres kapanma süresinden tasarruf edilmiş olur. Ön presleme, serme işleminde keçe üzerinde meyilli bir şekilde duran yongaların düzeltilmesini sağladığından, bu meyilli duruşun sıcak preslere zarar vermemesini sağlar (Bozkurt & Göker, 1990).

Yongalevha taslağı ön preslemeye tabi tutulmadan, doğrudan sıcak preslemeye alındığında, levha düzgünlüğünü sağlayan küçük boyutlu yongalar uçuşarak yer değiştirirler. Bunun sonucunda üretilen yongalevhaların yüzey düzgünlüğü bozulur. Ön preslerde basıncın 15–20 kg/cm² olması gerekmektedir. Basınç yükseltildiği takdirde levhanın direnç özelliklerinde azalmalar görülür. Ön presler tek açıklıklı, hidrolik preslerden oluşabildiği gibi, basınçlı silindirlerden oluşan ön presler de vardır. Fasıllı ve fasılsız olarak çalışırlar (Bozkurt & Göker, 1985). Şekil 2.11’de ön pres makinesine ait sistem görülmektedir.



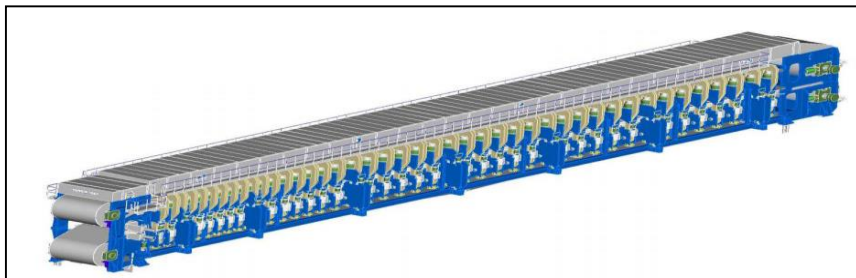
Şekil 2.11. Siempallkamp ön pres.

2.9. SICAK PRESLEME

Sıcak pres aynı zamanda fabrikanın kapasitesini de belirler. Yongalevha taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preslerde preslendikten sonra kazanır (Güler, 2015). Yongalevhaların sıcak preslerde preslenmesine etki eden faktörler; yonga karışımı, pres sıcaklığı, pres basıncı, kimyasal olaylar ve pres süresidir. Presleme esnasında yongalevha taslağı, istenen kalınlığa kadar basınç altında sıkıştırılır. Sıcaklık ve basıncın etkisiyle yongalar plastikleşerek, sertleşen tutkalla birlikte stabil bir malzeme haline gelir. Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere iki sistemle çalışırlar (Bozkurt & Göker, 1985).

Pres sacı kullanılan sistemlerde yongalevha taslakları prese metal saclar, elektrikli bantlar veya çelik bantlarla taşınırlar. Levhalar prese yerleştikten sonra taşıyıcı bantlar istasyonlarına geri dönerler. Pres sacı kullanılmayan sistemlerde ise yongalevha taslakları prese sonsuz bant üzerinde taşınırlar (Bozkurt & Göker, 1990).

Fasıllı preslerde basınç hidrolik olarak sağlanır. Uygulanan basınç, levha kalınlığına, özgül ağırlığına göre yaklaşık $50-300 \text{ N/mm}^2$ dir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türü ve levha kalınlığına bağlı olarak $180-230 \text{ }^\circ \text{C}$ arasında değişmektedir. Şekil 2.12’de conti-roll sıcak pres görülmektedir.



Şekil 2.12. Diffenbacher conti-roll pres.

2.10. BOYUTLANDIRMA VE LEVHALARIN KLİMATİZE EDİLMESİ

Ülkemizde pres genişlikleri 1830 mm veya 2100 mm'dir. Piyasanın ihtiyacına göre ise levha uzunlukları diyagonal daire testereler ile 1830 mm 2750 mm 2800 mm ve 3660 mm olarak boyutlandırılmaktadırlar.

Yongalevhaların ilk klimatize işlemi yıldız soğutucuda başlar pres çıkışı 150 ° C bulan sıcaklıkları yıldız soğutucu sonrası istif alanında 50 ° C kadar düşmektedir. Şekil 2.13 'de yıldız soğutucuya ait fotoğraf görülmektedir. Soğuma yavaş olmalıdır çünkü bu tip levhalarda soğuma hızlı olursa levhalarda dönme veya eğilme meydana gelebilmektedir.

İstif paketleri ham levha deposunda yaklaşık 18-25 ° C sıcaklığı olan kapalı temiz bir ortamda zımparalanmak için veya ham olarak sevkiyat edilmek için depolanırlar.



Şekil 2.13. Yıldız soğutucu.

2.11. SINIFLANDIRMA, DEPOLAMA VE ZIMPARALAMA

Pres çıkışı veya zımparalama işleminden önce istifleme esnasında levha ebatı, levha türü, tutkal içeriği gibi kriterler yongalevhaların yan kısmına elektronik yazıcı yardımıyla mürekkep ile yazılır. Ham levha kalınlık sapmaları $\pm 0,3$ mm fazla olanlar ise 2. kalite levha sınıflandırmasına tabi tutulur.

Presten çıkan yongalevhalar, özellikle mobilya endüstrisinde kullanılacak olanlar, doğrudan kullanıma hazır değildirler. Yüzeyleri pürüzlü ve kalınlıkları homojen değildir. Yüzeyleri daha sonra yapılacak işlemlere hazırlamak ve kalınlıkta olabilecek hataları gidermek için genellikle 2-4 kafalı silindirik zımparalama makineleri ile zımparalanırlar. Zımparalama makinelerinde kalınlık ayarı yapıldıktan sonra levha tek geçişte her iki yüzü de zımparalanmış olarak çıkar (Kalaycıoğlu & Özen, 2012).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Denemelerde kullanılan yongalevhalar seri üretim yapan bir tesiste hedeflenen 610 kg/m^3 yoğunlukta, üre formaldehit tutkalı ve amonyum sülfat sertleştiricisi kullanılarak üretilmiştir. Dış tabaka serme oranı % 32, orta tabaka serme oranı ise % 68'dir. Dış-yüzey tabaka tutkallı haldeki rutubet oranı % 15, orta tabakada ise % 4.50 civarındadır. 1 m^3 yongalevha üretimi için ortalama 75 kg % 65'lik üre formaldehit tutkalı, 3.5 kg % 25'lik amonyum sülfat sertleştirici, 5.0 kg parafin tüketilmiştir. Serme genişliği 2140 mm olup 300 mm/sn pres hızına bağlı olarak serme işlemi gerçekleştirilmiştir. Sürekli presin genişliği 2170 mm olup, değişken pres basıncı ve sıcaklıkları uygulanarak $18 \times 2100 \times 2800 \text{ mm}$ ebatlarda levhalar üretilmiştir. Çizelge 3.1'de levhaların üretim parametreleri gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Üretim parametreleri.

Sıcaklık (°C)	Basınç (N/cm ²)	Ebat (mm.)	Rutubet (%)	Serme Oran (%)	Pres Hızı	Tut. Tük.	Sertleştirici Tük.	Parafin Tük.
230	300	18x2100x2800 600 (kg/m ³)	S1:% 15 Cl:% 4,5	Yüzey Tabakalar:% 32 Orta Tabaka:% 68	300.00 mm/sn.	75 kg.	3,5 kg.	5 kg.
225	250							
220	200							
190	150							
180	80							

3.2. YÖNTEM

Fabrikasyon ortamında levhalardan pres çıkışından hemen 15 dakika sonra levhalardan ilgili standarda göre örnek numuneler alınmıştır. Ardından fabrikanın laboratuvarında fiziksel ve mekanik testler yapılmıştır. Aynı gruba ait levhalar $23-30 \text{ }^\circ \text{C}$ ortam sıcaklığında fabrika depolarında bekletilmeye alınmıştır. Bekleme sürelerini tamamlayan levhalardan yine standartlara uygun olarak örnek numuneler kesilmiştir. Aynı gruptaki örnekler belli periyotlarda 1., 7., 14., 21. ve 28. gün sonunda fiziksel ve mekanik testler tekrarlanmıştır. Her test için 10 adet deney örneği hazırlanmıştır.

Numune alma işlemi TS-EN 326-1 (1999) standardına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Fiziksel özelliklerinden yoğunluk TS-EN 323 (1099), rutubet tayini TS-EN 322 (1999), kalınlık artımı ve su alma TS-EN 317 (1999), mekanik özelliklerden; eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü TS-EN 310 (1999) ve yüzeye dik yönde çekme direnci TS-EN 319 (1999) standardına göre İmal marka universal test cihazı kullanılarak tespit edilmiştir. Deney örneklerinin kalınlık ve uzunluklarının tespitinde 0.01 mm hassasiyetteki dijital kumpas kullanılmıştır. Örneklerin sınıflandırılma ve numaralandırma işlemi Çizelge 3.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Örneklerin sınıflandırılması.

Test Süresi	Numaralandırma
15 dakika sonra	A
1gün sonra	B
7 gün sonra	C
14 gün sonra	D
21 gün sonra	E
28 gün sonra	F

3.2.1. Fiziksel Özellikler

3.2.1.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları TS EN 322 (1999)’de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. 50 x 50 mm boyutlarında 10 adet hazırlanarak örneklerin ağırlıkları ± 0.01 g duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Hazırlanan örnekler kurutma fırını ızgaraları üzerine yerleştirildi ve 103 ± 2 ° C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenerek test örneklerinin rutubeti aşağıda verilen eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$R = ((m - m_0) / m_0) * 100 \quad (3.1)$$

r = Rutubet miktarı (%)

m = Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

3.2.1.2. Yoğunluk

Bu çalışmada, yaygın olarak kullanılan hava kurusu özgül ağırlık değerleri esas alınmıştır. Özgül ağırlık deneyi TS EN 323 (1999)' da belirtilen esaslara uygun olarak yapılmıştır. Özgül ağırlık belirlemede 50x50 mm boyutlarında 10'ar adet örnek kullanılmıştır. Sıcaklığı 18–22° C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi, genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise mikrometre ile ± 0.01 duyarlıkla ölçümler yapılmıştır.

$$d = m / v \text{ (g/cm}^3\text{)} \quad (3.2)$$

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

$$m = \text{Örnek Ağırlığı (g)}$$

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

3.2.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı

TS EN 317 (1999) 'de belirtilen esaslara uygun olarak 50 x 50 mm boyutlarında 10 adet örnekler ile hazırlanmıştır. Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından ±0,01 mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19–21 ° C sıcaklıktaki temiz suda bekletilmiştir. Örnekler su yüzeyinden aşağıda tutularak 2 saat sonra sudan çıkarılmıştır. Örneklerin üzerindeki fazla sular bir kâğıt havlu ile temizlenmiştir. Kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülmüştür. Kalınlık artımının hesaplanmasında aşağıdaki formül kullanılmıştır. Şekil 3.1'de su alma ve kalınlık artımı örnekleri görülmektedir.

$$KA = ((e_y \cdot e_k) / e_k) * 100 \quad (3.3)$$

$$KA = \text{Kalınlık artışı (\%)}$$

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

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

Su alma miktarı ise aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

$$SA = \left[\frac{(m_y - m_1)}{m_1} \right] \times 100 \quad (3.4)$$

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

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

m_1 = Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)



Şekil 3.1. Su alma ve kalınlık artımı.

3.2.2. Mekanik Özellikler

3.2.2.1. Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi TS EN 310 (1999) standardına uygun olarak yapılmıştır. 410x50 mm boyutlarında 10'ar adet örnekler hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 ° C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerde genişlik, 0.01 mm duyarlılıktaki kumpas ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1–2 dakika içerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde yaklaşık 10 mm/dak hızla çalıştırılarak test işlemleri tamamlanmıştır.

$$ED = (3 \times F \times L) \times (2 \times b \times d^2) \quad (3.5)$$

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

3.2.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilme direnci deneyleri yapılırken aynı anda eğilmede elastikiyet modülü de universal test makinesinde tayin edilmektedir. Elastikiyet modülü TS EN 310 (1999) standardına göre belirlenmiştir. 10 adet hazırlanan örnekler sıcaklığı $18-22$ ° C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örnekler

IMAL marka test cihazında teste tabi tutulmuştur. Şekil 3.2’de eğilme ve elastikiyet modülü test aşaması görülmektedir.

$$E = (F \times L^3) / (4 \times e \times b \times d^3) \quad (3.6)$$

E = Eğilme–elastikiyet modülü (N/mm²)

e = En (mm)

b = Boy (mm)

d = Kalınlık (mm)

Δe= Eğilme miktarı (Sehim) (mm)

F= Deformasyonu sağlayan kuvvet (Newton)



Şekil 3.2. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü.

3.2.2.3. Levha Yüzeyine Dik Yönde Çekme Direnci

Levha yüzeye dik çekme direnci TS EN 319 (1999)’ da belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 50 x 50 mm boyutlarında 10 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 ° C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlılık kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip alüminyum takozlar silikon yapıştırıcılar ile yapıştırılmıştır. Alüminyum takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılarak bir süre bekletilmiştir. Örnekler IMAL marka test cihazında yüzeye dik yönde çekme direnci gerçekleştirilerek hesaplanmıştır. Şekil 3.3’de levha yüzeyine dik yönde çekme test aşaması görülmektedir.

$$\zeta D = (F_{max}) / A \quad (3.7)$$

Fmax = Kırılma anındaki max kuvvet (N)

A = Örnek enine kesit alanı (mm²)



Şekil 3.3. Çekme direnci test örnekleri.

3.2.3. Formaldehit Emisyonu

Formaldehit emisyonu testi TS EN ISO 12460-5 (2016)'deki kriterler göz önüne alınarak yapılmıştır. 1000 ml saf su alınarak deney düzeneği haznesine konur. Yongalevha test parçasından 25x25 mm olarak kesilen numunelerden yaklaşık 110 gr alınır. Tartılan numuneler cam balon içerisine koyulur ve 600 ml toluen cam balon içerisine ilave edilir. Cam balon deney düzeneğinin ısıtıcı kısmına iyice oturtulur. Deney düzeneğinin üst kısmına soğutucu ve cam balonlu tüp oturtulur. 250 ml beher içerisine yaklaşık 200 ml saf su koyulur. Cam çubuğun ucu beher içerisinded bulunan saf suyun içinde kalacak şekilde beherin yüksekliği ayarlanır. Ekstraksiyon işlemi sırasında ve sonrasında, emme borusundan geriye suyun akmamasına dikkat edilir. Yaklaşık toluen dakikada 70-90 damlalık geri akış hızı ile düzenli olarak akacak şekilde ısıtıcı sıcaklığı ayarlanmıştır. Isıtma cihazı açıldıktan sonra 20-30 dakika arasında kaynama meydana gelecek şekilde olmalıdır. Soğutucunun uç kısmından ilk damla düştüğü andan itibaren saate bakılarak saat kaydedilir ve iki saat sonra ısıtıcı kapatılır. Düzeneğin ve cam balonun soğuması için bir süre bekletilir. Cam balon deney düzeneğinin altındaki ağız kısmından çıkarılır. Deney düzeneğinin haznesinde kalan çözelti 2000 ml'lik balon jøjeye alınırken üst kısımda bulunan görünüş ve yoğunluk bakımından farklı olan sıvı kısmını balon jöjenin içerisine kaçırmamak gerekmektedir. Balo jöje numune 2000 ml seviyesine kadar olacak şekilde geri kalan kısım saf su ile doldurulur ve iyice çalkalanarak homojen karışım elde edilmesi sağlanmalıdır. Asetil aseton ve

amonyum asetat çözeltilerinden 1 ve 2 nolu kapaklı erlene otomatik pipet yardımıyla 10 ml alınır. 1 nolu erlene 10 ml damıtık su ilave edilir. 2 nolu erlene ise balon joje içerisindeki formaldehit çözeltisinden 10 ml ilave edilir. Hazırlanan karışım 10 dakika 60 ° C deki su banyosunda bekletilir, ardından 1 saat boyunca ışık almayacak karanlık ortamda bekletilir.

Kapaklı erlendeki çözelti spektrofotometre cihazında ölçüm yapmak üzere küvetlere alınır. Dalga boyu ekrandaki tuş takımını kullanarak “412” yazılır ve “start” tuşuna basılır. Blank numune küvetini hücreye yerleştirip start tuşuna basılır. Okunan değer not edilir. Örnek numune küvetini hücreye yerleştirip ve start tuşuna basılır. Okunan değer not edilir. Gerekli hesaplamalar yapılarak formaldehit emisyonu hesaplanır.

$$A = (H-E) \times K \times (100+R) \times B/N \quad F = -0,133 \times R + 1,86 \quad (3.8)$$

A: formaldehit formülasyon

H: sulu çözelti miktarı

E: kör çözelti miktarı

K: hacimce seyreltme faktörü

R: rutubet

B: balon joje hacmi

N: numune yaş ağırlığı

F: kalibrasyon eğri faktörü

D: düzeltilmiş formaldehit miktarı

4. BULGULAR

4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

4.1.1. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarına ait ortalama rutubet değeri (x), standart sapma (s) ve varyasyon katsayısı (V) Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Deneme levhaların rutubet değerleri.

Levha Grubu	x (%)	s	v (%)
A	5,45	0,33	6,05
B	5,4	0,05	0,92
C	5,15	0,13	2,52
D	5,05	0,22	4,35
E	5,51	1,08	19,6
F	6,79	0,21	3,09

Levha rutubeti en düşük % 5,05 ile D grubu levhalarda en yüksek % 6,79 ile F grubu levha gruplarında tespit edilmiştir. Levhaların rutubet değerlerine ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2’de görülmektedir.

Çizelge 4.2. Levha gruplarının rutubet değerlerine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	9,9488	5	1,98976	8,58334	0,00089
Gruplar İçi	5,5636	24	0,2318167		
Toplam	15,5124	29			

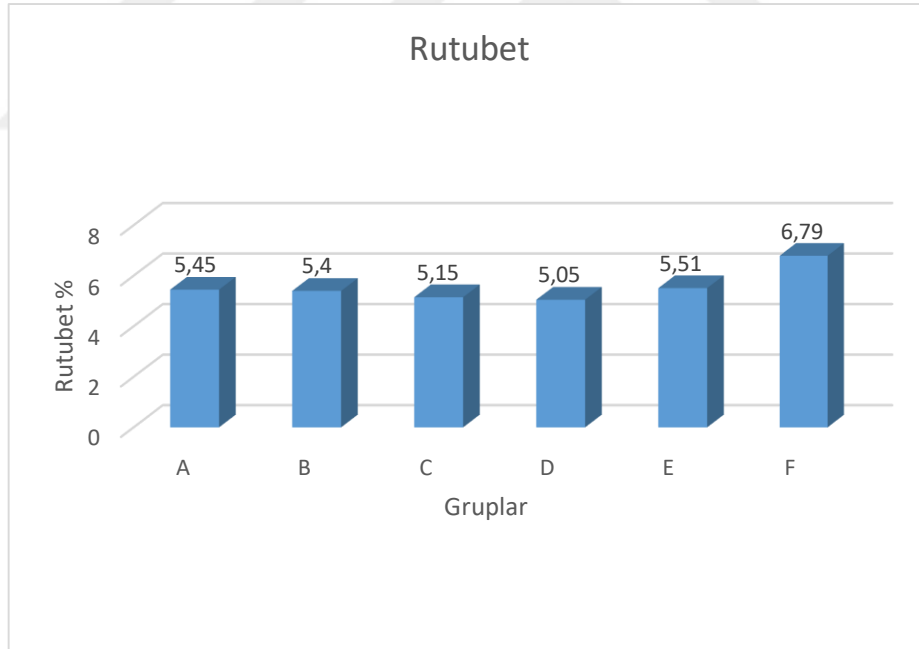
Varyans analiz sonuçlarına göre, her bir varyasyonun ortalama rutubet değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak ($p < 0,05$) anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle ortaya çıkan farklılıkların hangi varyasyonlardan kaynaklandığını ortaya koymak için Duncan testi yapılmış ve Çizelge 4.3’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3. Levha gruplarının rutubet miktarına ait duncan testi sonuçları.

Gruplar	1	2
D	5,048	
C	5,154	
B	5,398	
A	5,452	
E	5,514	
F		6,794
Sig.	0,1827	1

Elde edilen sonuçlara göre; A-B-C-D-E grupların rutubet değerleri arasında fark olmadığı, F grubu levhalarda rutubet değerinin diğerlerinden farklı olduğu tespit edilmiştir.

Bunlara göre rutubet miktarı belli sınırlar içerisinde kaldığı bir ay süre ile aynı koşullarda depolanması sonucunda önemli bir değişim olmadığı ifade edilebilir. Son bir hafta içerisinde meydana gelen rutubet farklılaşması depo sıcaklığı ve bağıl neminde meydana gelen değişimden ileri gelebilir.



Şekil 4.1. Ortalama rutubet değerleri.

4.1.2. Özgül Kütle (Yoğunluk)

Levha gruplarına ait ortalama yoğunluk değeri (x), standart sapma (s) ve varyasyon katsayısı (V), Çizelge 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Levha gruplarının yoğunluk değerleri.

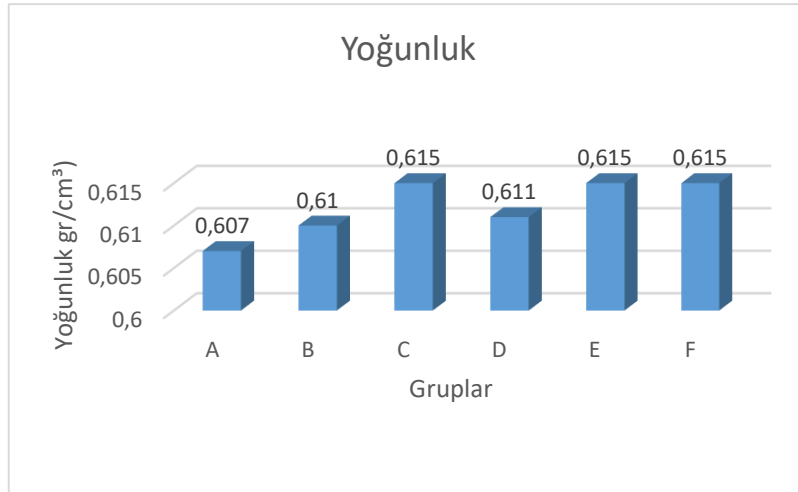
Levha Grubu	x (g/cm ³)	s	v (%)
A	0,607	0,018	2,96
B	0,610	0,011	1,80
C	0,615	0,015	2,43
D	0,611	0,019	3,10
E	0,615	0,011	1,78
F	0,615	0,005	0,81

Levha yoğunluğu 0,607 g/cm³ ile 0,615 g/cm³ arasında değişmekte olup, levha gruplarına ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.5. Levhaların yoğunluk değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	0,0005585	5	0,0001117	0,541	0,74433
Gruplar İçi	0,0111502	54	0,0002065		
Toplam	0,0117088	59			

Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir varyasyonun ortalama yoğunluk değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak ($p>0,05$) anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Levhanın özgül kütlesi, fiziksel ve mekanik özellikleri en çok etkileyen faktörlerden biridir. Yongalevhada, özgül kütlenin artması ile kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere diğer bütün özellikler iyileşmektedir. Özgül kütlenin artması sonucu yongalar arasındaki temas çok daha güçlü ve direnci daha yüksek olur (Göker & Akbulut, 1992).



Şekil 4.2. Ortalama yoğunluk değerleri.

4.1.3. Su Alma ve Kalınlık Artımı

Levha gruplarına ait Kalınlık artımı ve Su alma (2 saat-24 saat) ortalama değerleri (x), standart sapma (s), varyasyon katsayısı (V) Çizelge 4.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Levha gruplarının 2 saat-24 saat kalınlık artımı ve su alma değerleri.

Levha Grupları	Kalınlık Artımı %						Su Alma %					
	2 saat			24 saat			2 saat			24 saat		
	x %	s	v %	x %	s	v %	x %	s	v %	x %	s	v %
A	4,43	2,7	60	16,01	5,84	36,4	17,79	6,9	39,2	67,26	8,25	12,26
B	3,75	1,6	44,2	15,31	3,32	21,6	15,09	5,7	37,9	68,4	5,8	8,4
C	3,33	1,4	44,1	14,25	3,66	25,6	15,38	3,5	23	62,63	7,21	11,51
D	3,15	0,2	22,2	14,05	4,8	34,1	15,96	4,6	29,2	68,11	9,31	13,6
E	2,88	0,3	12,1	13,35	4,5	33,7	16,07	5,2	32,6	68,73	9,55	16,8
F	2,91	0,4	14,7	12,96	3,89	30	14,63	4	27,7	63,74	4,91	7,7

Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en düşük E grubu levhalarda % 2,88 en yüksek A grubu levhalarda % 4,43 olarak bulunmuştur. 24 saat suda bekletme sonucunda en düşük F grubu % 12,96 en yüksek A grubu % 16,01 olarak bulunmuştur. Su alma miktarı, 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek A grubu levhalarda % 17,79, en düşük F grubu levhalarda % 14,63 olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda su alma miktarı % 62 ile % 68 arasında değişim göstermiş olup istatistik anlamda ($p < 0,05$) gruplar arasında önemsiz çıkmıştır. Kalınlık artımı ve su alma sonuçları varyans analizi sonuçları Çizelge 4.7'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.7. Levha gruplarının 2 saat-24 saat kalınlık artımı ve su alma değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

		Kareler Toplamı	S. D.	K.O	F	Sig.
2 saat K.A.	Gruplar Arası	8,287	5	1,657	1,488	0,209
	Gruplar İçi	60,164	54	1,114		
	Toplam	68,451	59			
24 saat K.A.	Gruplar Arası	66,894	5	13,379	0,684	0,637
	Gruplar İçi	1055,466	54	19,546		
	Toplam	1122,359	59			
2 saat S.A.	Gruplar Arası	61,14	5	12,228	0,457	0,806
	Gruplar İçi	1443,42	54	26,79		
	Toplam	1504,56	59			
24 saat S.A.	Gruplar Arası	4571,652	5	914,33	15,4	0
	Gruplar İçi	3206,516	54	59,38		
	Toplam	7778,168	59			

Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir ortalama kalınlık artımı ve su alma oranları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ($p<0,05$) anlaşılmıştır. Bu nedenle, ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi varyasyonlardan kaynaklandığını ortaya koymak için Duncan testi yapılmıştır. Bu nedenle, ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi gruplardan kaynaklandığını ortaya koymak için Duncan testi yapılmış olup Çizelge 4.8 ve 4.9’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.8. Levha gruplarının 2 saat ve 24 saat kalınlık artımı değerlerine ait duncan testi sonuçları.

2 Saat Kalınlık Artımı			24 Saat Kalınlık Artımı	
Gruplar	1	2	Gruplar	1
A	2,591		F	12,967
E	2,889	2,889	E	13,357
F	2,912	2,912	D	14,054
D	3,157	3,157	C	14,258
C	3,332	3,332	B	15,312
B		3,758	A	16,015
sig	0,169	0,106	sig	0,185

Çizelge 4.9. Levha gruplarının 2 saat ve 24 saat su alma değerlerine ait duncan testi sonuçları.

2 Saat Saat Su Alma			24 Saat Saat Su Alma			
Gruplar	n	1	Gruplar	n	1	2
F	10	14,631	C	10	62,635	
B	10	15,091	F	10	63,747	
C	10	15,388	A	10	67,265	
D	10	15,967	D	10	68,113	
E	10	16,073	B	10	68,602	
A	10	17,794	E	10		88,734
sig		0,239	sig		0,129	1

Kalınlık artımı 2 saat suda bekletme sonucunda en düşük, % 2,88 ile en yüksek, % 4,43 olup istatistik anlamda önemli çıkmıştır ($p<0,05$). Kalınlık artımı 24 saat için A, B, C ve D gruplarında standart değerden yüksek bulunmuştur. Ancak depolama süresi arttıkça kalınlık artımında kısmi bir azalma söz konusu olduğu diğer bir deyişle depolama süresi arttıkça tutkal odun bağlarının kısmen kuvvetlendiği ve fiziksel özelliklerinin iyileştiği ifade edilebilir. Benzer sonuçlar Atar ve ark. (2014)’ da tespit etmiş olup bir ay bekletme sonrasında kalınlık artımı daha düşük bulunmuştur. Su alma miktarı, 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek A grubu levhalarda % 17.79, en düşük F grubu levhalarda % 14,63 olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda su alma miktarı % 62 ile % 68

arasında değişim göstermiş olup istatistik anlamda gruplar arasında önemsiz çıkmıştır ($p < 0,05$).

Özen (1975)'de yaptığı bir araştırmada levhanın çalışmasına neden, miseller arasına giren su onları birbirinden uzaklaştırmasından kaynaklandığını belirterek çalışma sadece lif doygunluk noktasına kadar olduğunu ve özellikle hafif ızalasyon levhalarda boşluk hacimlerinin fazla olması nedeniyle yoğunluğu yüksek olan levhalardan daha fazla su alabileceklerini fakat kütlelerinin daha az olması nedeniyle da az boyutsal değişim gösterebileceklerini ifade etmiştir.

4.2. MEKANİK ÖZELLİKLER

4.2.1. Eğilme Direnci

Levha gruplarına ait ortalama eğilme direnci (x), standart sapma (s) ve varyasyon katsayısı (V) Çizelge 4.10' da gösterilmektedir.

Çizelge 4.10. Levha gruplarının ortalama eğilme direnci değerleri.

Levha Grubu	x (N/mm ²)	s	v
A	11,63	1,25	10,74
B	11,90	1,55	13,02
C	12,11	1,87	15,44
D	12,47	0,97	7,77
E	12,64	1,42	11,23
F	12,92	1,01	7,73

Levha gruplarının eğilme direncine ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.11'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.11. Levha gruplarının eğilme değerlerine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	11,65448	5	2,329095	11,37903	0,000
Gruplar İçi	11,05286	54	0,204683		
Toplam	22,69837	59			

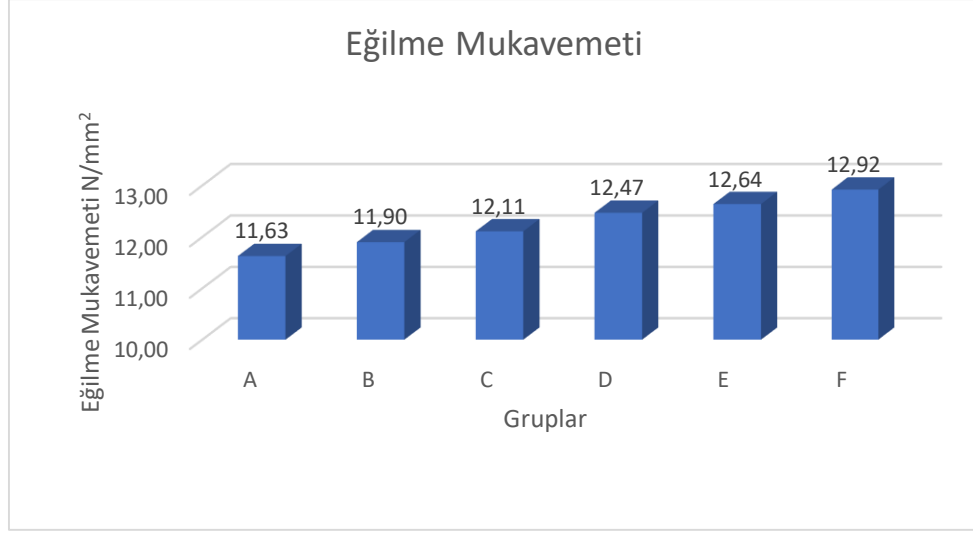
Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir varyasyonun ortalama eğilme değerleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı ($p<0,05$) bir fark olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu tespit etmek için Duncan testi uygulanmış ve Çizelge 4.12’de sonuçlar gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Levhaların eğilme değerlerine ait duncan testi sonuçları.

Gruplar	n	1	2	3	4	5
A	10	11,633				
B	10	11,896	11,896			
C	10		12,109	12,109		
D	10			12,467	12,467	
E	10				12,635	12,635
F	10					12,919
Sig.		0,1991672	0,2971455	0,0824731	0,41000559	0,1661446

Elde edilen Duncan testi sonuçlarına göre A-B grubu, B-C grubu, C-D grubu, D-E grubu ve E-F grupları kendi grup içlerinde fark yoktur fakat gruplar arasında istatistiksel olarak bir fark görülmüştür.

Eğilme direnci en yüksek F grubu levhalarda 12.92 N/mm^2 , en düşük A grubu levhalarda 11.63 N/mm^2 olarak tespit edilmiştir. Farklı kalınlıklarda üretilmiş yongalevhaların teknolojik özelliklerinin incelendiği bir çalışmada 18 mm kalınlıktaki levhalar için 14 N/mm^2 bulunmuştur (Güler, 2015) Eğilme direncini en çok levhanın özgül kütlesi etkilemektedir. Levha yoğunluğu arttıkça eğilme mukavemeti artar. Ancak hammadde gereksinimini de artar. Bu nedenle standartlara uygun direnç özelliklerine sahip olması ana hedefdir. Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir varyasyonun ortalama eğilme değerleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu gözlemlenmiştir ($p<0,05$). Burada depolama süresine bağlı olarak eğilme direncinde bir artış sözkonusudur. Eğilme mukavemetindeki artış; depolanma süresinin artması ile tutkalın kendi içindeki reaksiyonuna devam etmesi ve odun ile bağların artması ile meydana gelmekte olduğu ifade edilebilir. Depolama süresinin uzamasıyla eğilme direncinde %11 lik bir artış sözkonusudur. Bazı literatürde de benzer çalışmalar bulunmuştur. Üre ilavesiz amonyum klorürün sertleştirici olarak kullanıldığı bir çalışmada 1 günde eğilme direnci 13.74 N/mm^2 iken 30 gün sonra 14.59 N/mm^2 olduğunu belirtmişlerdir (Atar ve ark., 2014).



Şekil 4.3. Ortalama eğilme direnci.

4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Farklı depolama süreli yongalevhalarla ait ortalama eğilmede elastikiyet modülü ortalama değerleri (x), standart sapma (s) ve varyasyon katsayısı (V) Çizelge 4.13’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13. Levha gruplarına ait ortalama elastikiyet modülü değerleri.

Levha Grubu	x (N/mm ²)	s	v
A	2160	377,58	17,45
B	2190	280,13	12,78
C	2273	515,5	22,65
D	2429	466,3	19,18
E	2593	306,21	11,8
F	2690	238,13	8,84

Levha eğilmede elastikiyet modülü en düşük A grubu 2160 N/mm² en yüksek F grubu 2690 N/mm² olarak bulunmuştur. Eğilmede elastikiyet modülüne ait varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.14. Levhaların elastikiyet modülü değerlerine ait varyans analiz sonuçları.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	2393148	5	478629,7	48,59093	0,0000
Gruplar İçi	531910	54	9850,185		
Toplam	2925058	59			

Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir varyasyonun ortalama elastikiyet modülü değerleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) bir fark olduğu görülmüştür. Bu nedenle bu farkın hangi gruplar arasında olduğunu ispat etmek için Duncan testi uygulanmıştır ve Çizelge 4.15’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.15. Levha gruplarının elastikiyet modülü değerlerine ait duncan testi sonuçları.

	n	1	2	3	4	5
A	10	2160				
B	10	2190	2190			
C	10		2273			
D	10			2429		
E	10				2593	
F	10					2690
Sig.		0,50199	0,06691	1	1	1

Elde edilen Duncan testi sonuçlarına göre A-B grupları içi ve B-C gruplar içi fark yoktur fakat A-B grubu, B-C grubu, D grubu, E grubu ve F grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklı olduğu görülmüş olup eğilme direnci değerleri ile paralellik görülmektedir. Bir çalışmada 1 gün depoda bekletme sonunda levhaların elastikiyet modülü 2278 N/mm^2 bulunurken 30 gün sonra aynı gruptan ölçülen levhaların elastikiyet modülü 2439 N/mm^2 olarak tespit edilmiş olduğu belirtilmiştir (Atar ve ark, 2014).

4.2.3. Yüzeye Dik Yönde Çekme Direnci

Levha gruplarına ait ortalama yüzeye dik çekme direnci değeri (\bar{x}), standart sapma (s) ve Varyasyon katsayısı (V) Çizelge 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.16. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direnci ortalama değerleri.

Levha Grubu	\bar{x} (N/mm^2)	s	v
A	0,35	0,03	8,57
B	0,37	0,03	8,1
C	0,37	0,04	10,8
D	0,37	0,02	5,4
E	0,38	0,02	5,26
F	0,40	0,02	5

Yüzeye dik yönde çekme direnci en düşük A grubu $0,35 \text{ N/mm}^2$ en yüksek F grubu levhalarda $0,40 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Çekme direnci sonuçlarının varyans analizleri Çizelge 4.17’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.17. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direncine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	Sig.
Gruplar Arası	0,014378333	5	0,002875667	4,18561	0,002752
Gruplar İçi	0,0371	54	0,000687037		
Toplam	0,051478333	59			

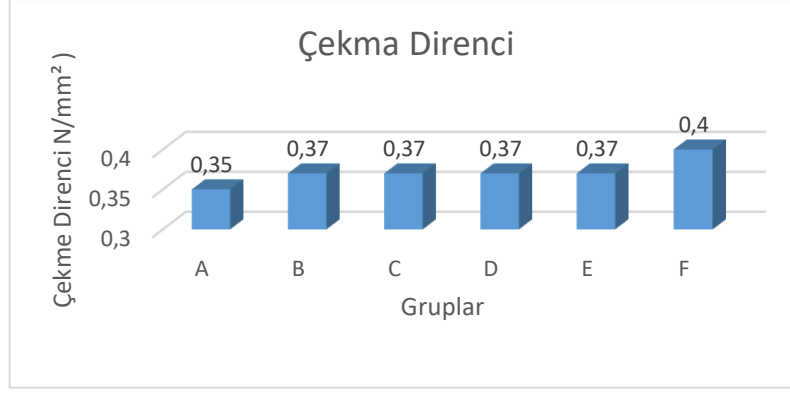
Varyans analizi sonuçlarına göre, her bir varyasyonun yüzeye dik çekme direnci değerleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,05$) olduğu anlaşılmıştır. Bu nedenle ortaya çıkan anlamlı farklılıkların hangi varyasyonlardan kaynaklandığını ortaya koymak için Duncan testi yapılmış olup Çizelge 4.18’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Levhaların yüzeye dik yönde çekme direncine ait duncan testi.

Gruplar	n	1	2	3
A	10	0,3509		
C	10		0,3748	
D	10		0,3789	0,3789
E	10		0,3833	0,3833
B	10		0,3897	0,3897
F	10			0,4014
Sig.		1	0,25412	0,08428

Yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait Duncan testinden elde edilen sonuçlarda; C-D-E-B numaralı grup içi levhalarının ve D-E-B-F numaralı grup içi istatistiksel anlamda fark yoktur fakat A grubu C-D-E-B grubu ve F grubu levhaları arasında istatistiksel anlamda bir fark olduğu gözlemlenmiştir.

Yüzeye dik yönde çekme direnci depolama süresinin uzamasıyla % 12’lik bir artış olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni bekleme süresinin uzamasıyla tutkal odun bağının kuvvetlendiğini göstermektedir. Üre ilavesiz amonyum klorürün sertleştirici olarak kullanıldığı bir çalışmada 1 günde yüzeye dik yönde çekme direnci 0.45 N/mm^2 iken 30 gün sonra 0.56 N/mm^2 olduğunu belirtmişlerdir (Atar, 2012; Atar ve ark., 2014).



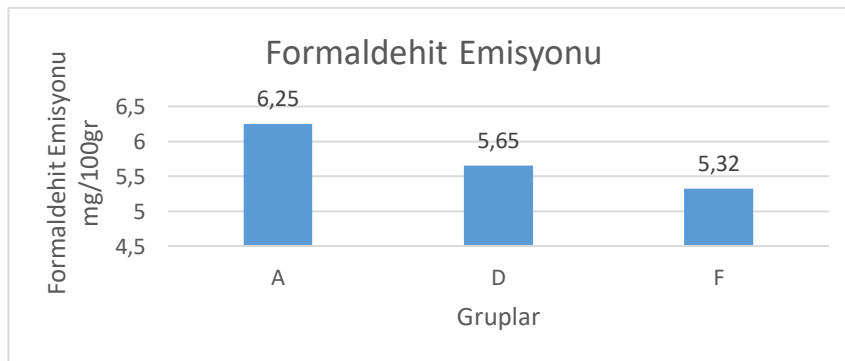
Şekil 4.4. Yüzeye dik yönde çekme direnci.

4.3. FORMALDEHİT EMİSYONU

Serbest formaldehit miktarı A grubu levhalar (15 dk) için 6,25 mg/100 g D grubu levhalar (14.gün) için 5,65 mg./100 g F grubu levhalar için 5,32 mg/100gr sonucuna ulaşılmıştır. Zamana bağlı olarak formaldehit salınımı azalmaktadır. TS EN 312 (2012) standardına göre maksimum 8 mg/100 g olması gerektiğinden E1 sınıfı levha grubuna uygundur. Şekil 4.1’de formaldehit emisyon grafiği gösterilmektedir.

Depolama süresinin uzamasıyla formaldehit emisyonunda bir azalma meydana geldiği birçok literatürde vurgulanmıştır. Vargha; uygun depolama şartlarında formaldehit salınımında bir azalma olabileceğini belirtmiştir. Ayrıca Formaldehit emisyonu üzerine depolama süresinin etkili olduğu belirlenmiştir (Vargha, 1998).

Depolama süresinin 1 gün den 1 aya çıkarılmasıyla formaldehit emisyonu azalmakta olduğu vurgulanmış olup elde edilen sonuçlar literatür ile paralellik göstermektedir (Atar ve ark., 2014).



Şekil 4.5 Formaldehit emisyonu.

Çizelge 4.19. Depolama süresine bağlı deney levhalarına ait elde edilen sonuçlar.

	Testler	A	B	C	D	E	F	Standart TS EN 312
Mekanik Özellikler	Çekme Direnci (N/mm ²)	0,35	0,39	0,37	0,37	0,38	0,4	0,35
	Eğilme Mukavemeti (N/mm ²)	11,63	11,90	12,11	12,47	12,64	12,92	11
	Eğilmede Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	2160	2190	2273	2429	2593	2690	1600
Fiziksel Özellikler	Özgül Ağırlık (g/cm ³)	0,607	0,61	0,615	0,611	0,615	0,615	± 10
	Kalınlık Artımı 2 saat (%)	4,43	3,75	3,33	3,15	2,88	2,91	-
	Kalınlık Artımı 24 saat (%)	16,01	15,31	14,25	14,05	13,35	12,96	% 14
	Su Alma 2 saat (%)	17,79	15,09	15,38	15,96	16,07	14,63	-
	Su Alma 24 saat (%)	67,26	68,40	62,63	68,11	68,73	63,74	-
	Rutubet (%)	5,45	5,4	5,15	5,05	5,51	6,79	% 5 - % 13

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fabrikasyon ortamında gerçekleştirilen 18 mm kalınlıkta üretilen levhaların teknolojik özellikleri incelenerek TS EN 312 (2012)'ye göre "Kuru şartlarda (mobilya dahil) (Tip2) kullanılan levhalar için belirlenen mekanik özellikler için gerekler" değerlendirilmiştir. Levha üretimini takiben 15 dakika, 1, 7, 14, 21, 28. gün periyotlarda alınan örnekler üzerinde bazı teknolojik özellikler incelenmiştir.

Üretilen levhaların ortalama rutubet miktarları en düşük C (7.gün) grubu levhalarda % 5,05 en yüksek F (28.gün) grubu levhalarda % 6,79 olarak tespit edilmiştir. Depolama süresine göre levha grupları arasında istatistik anlamda önemli fark bulunsa da TS-EN 312 (2012)'de % 5 ile % 13 arasında olabileceği belirtilmiş olup elde edilen değerler bu sınırlar içerisindedir.

Hedeflenen yoğunluk 600-620 kg/m³ tür. Yoğunluk, en yüksek D-E-F (14, 21 ve 28.gün) grubu levhalarda 0,615 g/cm³, en düşük A (15 dk. sonra) grubu levhalarda 0,607 g/cm³ olarak tespit edilmiştir. Ortalama yoğunluk değeri 0,612 g/cm³ dür. TS-EN 312 (2012)'de tek bir grup levha içerisinde yoğunluk dağılım toleransı ± 10 olarak kabul edilmiştir. Maksimum ve minimum değerlere bakıldığında levha içerisindeki yoğunluk farkı % 10 dan fazla değildir.

Kalınlık artımı miktarı 2 saat suda bekletme sonucunda en yüksek A (15 dk sonra) grubu levhalarda (% 4,43), en düşük E (21.gün) grubu levhalarda (% 2,88) olarak tespit edilmiştir. 24 saat suda bekletme sonucunda en yüksek A (15 dk sonra) grubu levhalarda (% 16,01), en düşük F (28.gün) grubu levhalarda (% 12,96) olarak tespit edilmiştir. Kalınlık artımı TS EN 312 (2012)'de en fazla %14 olabileceği belirtilmiştir. Buna göre elde edilen sonuçlar genel olarak standartlara uygundur. Su alma miktarı 2 saat için ortalama % 14,63 ile % 17,79 değerler arasında, 24 saat için, ortalama % 62,63 ile % 68,73 değerler arasında tespit edilmiştir. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir bilgi yoktur.

Eğilme direnci en düşük A (15 dk sonra) grubu levhalarda 11,63 N/mm², en yüksek F (28.gün) grubu levhalarda 12,92 N/mm² olarak tespit edilmiştir. TS-EN 312 (2012)'ye göre kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) şartlar için 18 mm kalınlıktaki

levhalarda minimum eğilme mukavemeti 11,00 N/mm² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda bu değerler yüksek bulunmuş olup standartlara uygun bulunmuştur. Depolama süresinin uzamasıyla eğilme direncinde kısmi bir artış olduğu tespit edilmiştir. Eğilme direncinde depolama süresinin uzamasıyla meydana gelen artış % 11 civarındadır. Buna göre depolama süresinin eğilme direncini olumlu yönde etkilemiş olduğu görülmüştür.

Elastikiyet modülü eğilme direncinde olduğu gibi en düşük A (15 dk sonra) grubu levhalarda 2160 N/mm², en yüksek F (28.gün) grubu levhalarda 2690 N/mm² olarak tespit edilmiştir. TS-EN 312 (2012)'ye göre kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dahil) şartlar için 18 mm. kalınlıktaki levhalarda minimum elastikiyet modülü 1600 N/mm² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda bu değerden oldukça yüksek bulunmuş olup standartlara uygun bulunmuştur.

Yüzeye dik yönde çekme direnci en yüksek F (28.gün) grubu levhalarda 0,40 N/mm², en düşük A (15 dk sonra) grubu levhalarda 0.37 N/mm² bulunmuştur. TS-EN 312 (2012)'ye göre kuru şartlarda iç donanımlarda (mobilya dâhil) şartlar için 18 mm kalınlıktaki levhalarda minimum yüzeye dik yönde çekme direnci 0.35 N/mm² olarak belirtilmiştir. Buna göre tüm gruplarda bu değerden yüksek bulunmuş olup standartlara uygundur. Yüzeye dik yönde çekme direnci depolama süresinin uzamasıyla eğilme direncindeki gibi istatistiksel olarak bir artış olduğu tespit edilmiş olup bu artış % 8'dir. Bunun nedeni bekleme süresinin uzamasıyla tutkal odun bağının kuvvetlendiğini göstermektedir.

Serbest formaldehit miktarı A (15 dk sonra) grubu levhalar için 6,25 mg/100 g D (21.gün) grubu levhalar için 5,65 mg/100g F grubu levhalar için 5,32 mg/100g sonucuna ulaşılmıştır. Zamana bağlı olarak levhalarda formaldehit salınımı azalmaktadır. TS-EN 312 (2012)'de E1 sınıfı için ≤ 8 mg/100 g fırın kurusu levha olarak belirtilmiştir. Üretilen levhalarda serbest formaldehit miktarı 8 mg/100g altında olup E1 sınıfı standartlara uygundur. Depolama süresinin uzamasıyla formaldehit emsiyonunda düşme eğilimi göstermektedir.

Yongalevhaların üretim sonrası zamana bağlı olarak rutubet alarak denge rutubetine ulaşmaktadır. Ancak depo alanlarında bağıl nem ve rutubetin yüksek olması levha özelliklerini olumsuz olarak etkileyecektir. Özellikle ham levhalar ve kaplı levhaların açık kenar kısımları daha fazla rutubet alarak olumsuz etkilenmektedir. Bu durum göz önüne alınarak depo alanlarının oda koşulları olmasına dikkat edilmelidir.

Sürekli üretim yapan fabrikalarda uygun depolama şartlarında bir süre bekletilen yongalevhalar fiziksel ve mekanik özelliklerinde kısmi bir artış olduğu belirlenmiştir. Buna bağlı olarak sipariş süreleri dikkate alınarak stok ve depolarda levhaların 15-30 gün süreyle bekletilmesi levha kalitesi bakımından daha uygun olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca yongalevha sektöründe hammadde maliyetleri çok önemlidir. Dolayısıyla depoda bekletilen levhalarda fiziksel ve mekanik özelliklerindeki artış göz önünde bulundurulduğunda sertleştirici, parafin ve tutkal kullanım miktarlarının kısmen azaltılması ile sarfiyatın düşürülebileceği öngörülebilir.



6. KAYNAKLAR

- A, Khalil., Firdaus, N Anis M., & Ridzuan, R., (2008). The effect of storage time and humidity on mechanical and physical properties of medium density fiberboard (MDF) from oil palm empty fruit bunch and rubberwood, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 47 (10), 1046-1053.
- Akbulut, T. (2014). *Yongalevha Endüstrisi, Ders Notları*. İstanbul Üniversitesi. İstanbul, Türkiye.
- Akbulut, T. (2000). Yongalevha Endüstrisi. *Laminart Mobilya Dekorasyon Dergisi*, (7),119-122.
- Akyıldız, M.H. (2003). ‘Türkiye’de Yongalevha ve Liflevha Endüstrisinin Yapısı ve Sorunları’, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Atar, İ. (2012). ‘Sertleştirici Türü, Üre Kullanımı ve Depolama Süresinin Yongalevhannın Kalite Özelliklerine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Atar, İ., Nemli, G., Ayrılmış N., Baharoğlu, M., Sarı, B., & Bardak S., (2014). Effects of hardener type, urea usage and conditioning period on the quality properties of particleboard, *Materials and Design*, (56), 91–96.
- Aydın, A. (2005). Sahil Çamı İbrelere Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilebilmesi İmkanları, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Bozkurt, A., & Göker, Y. (1990). *Yongalevha Endüstrisi*, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3311, Orman Fakültesi Yayın No: 372, İstanbul, Türkiye.
- Çolakoğlu, G., Roffael, E., Schneider, T., & Dix B., (2001). Influence of Moisture Content on the Formaldehyde Release of Particle- and Medium Density Fibreboards (MDF) Bonded with Formaldehyde-Based Adhesives. *Proceeding of Fifth European Panel Products Symposium* (ss.144-154).

- Eroğlu, H., & Usta, M. (2000). *Lif Levha Üretim Teknolojisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi. Orman Fakültesi, Trabzon, Türkiye.
- Göker, Y., & Akbulut, T. (1992). Yongalevha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler. *1. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi* (ss. 269-287).
- Göker, Y., & Akbulut, T. (1993). Kalitesiz Orman Envalinin Yongalevha ve Kontrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakıncaları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri. *1.Ormancılık Şurası*, (ss. 392-398).
- Güler, C. (2015). Farklı kalınlıklarda üretilmiş yongalevhaların bazı teknolojik özellikleri, *Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi*, 11 (1), 52-63.
- Güler, C. (2015). *Pamuk Saplarından Yongalevha Üretimi ve Fabrikasyon İşlemi*. Türkiye Alim Kitapları Yayınları. (ss. 168, ISBN:978-3-639-67436-1).
- Gündüz, G., & Masraf, Y. (2005). Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yongalevha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik Ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi, *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (8), 58-71.
- Gündüz, M., & Ayan, S. (2014). Melamin Kaplı Yonga ve Lif Levhalarda Formaldehit Emisyonu Belirleme Yöntemleri, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (2), 433-443.
- Gündüz, G., & Masraf, Y. (2005). Üç Tabakalı Yatık Yongalı Yongalevha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel Özelliklerine Etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 7 (8), 58-71.
- Huş, S. (1997). *Ağaç Malzeme Tutkalları*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Kutulmuş Matbaası, Yayın No: 242, İstanbul, Türkiye.
- İstek, A., Özlüsoy, İ., & Kızılkaya, A. (2017). Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19 (1), 132-138.
- Kelleci, O. (2013) 'Silan ile modifiye edilen üreformaldehit kullanılarak üretilmiş yonga levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesi', Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Kalaycıoğlu, H., & Özen, R. (2012). *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No: 89.

- Kalaycıoğlu, H. (1991). ‘Sahil amı (Pinus Pinaster A.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkânları’, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Kalaycıoğlu, H. (1987). ‘Amonyum Lignosülfat ve Fenol Formladehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yongalevhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri’, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Karakuş, B. (2007). ‘Çeşitli Bitkisel Sera Atıklarından Yongalevha Üretiminde Değerlendirilmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Masraf, Y. (2005). ‘Üç Tabakalı Yatık Yongalevha Üretiminde Üretim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhanın Mekanik ve Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi’, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Nemli, G., & Aydın A. (2003). Üre Formaldehit Tutkalları. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 57(6), 214.
- Nemli, G., & Kalaycıoğlu, H. (2000). Yongalevha Teknolojisi. *Laminart Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi*, (7), 120-126.
- Özen, R., (1975). Lif levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25 (2), 49-84.
- Özen R., (1980). *Yongalevha Endüstrisi Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayın No : 30 Trabzon.
- TS EN 309 (2008), Yongalevhalar Tarif ve Sınıflandırma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 319 (1999), Yongalevhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 323 (1999), Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.

- TS EN 322 (1999), Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS-EN 317 (1999), Yongalevhalar ve lif levhalar-su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına kalınlık tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 310 (1999), Ahşap esaslı levhalar-Eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS-EN 326-1 (1999), Ahşap esaslı levhalar, numune alma kesme ve muayene, bölüm 1: Deney numunelerini seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN ISO 12460-5 (2016), Ahşap esaslı levhalar-Formaldehit miktarının tayini-Ekstraksiyon metodu ile ayırma, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS EN 312 (2012), Yongalevhalar - Özellikler - Kuru şartlarda yük taşıyıcı olarak kullanılan yongalevhaların özellikleri, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara.
- TS 1351 (1973), Odun (Lif, Yonga ve Talaş İmalinde Kullanılan), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Vargha, V. (1998). Urea-formaldehyde resins and free formaldehyde content. *Acta Biologica Hungarica*, 49 (2-4), 463-475.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Semih SANCAR
Doğum Tarihi ve Yeri : 08.09.1990
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : semih sancar14@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Orman Endüstri Müh.	Karadeniz Teknik Üni.	2012
Lise	Sayısal	Çelebi Mehmet Lisesi	2008