

**SILAN İLE MODİFİYE EDİLEN ÜREFORMALDEHİT KULLANILARAK
ÜRETİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

**2013
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ORHAN KELLEÇİ

**SILAN İLE MODİFİYE EDİLEN ÜREFORMALDEHİT KULLANILARAK
ÜRETİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

ORHAN KELLEÇİ

**Bartın Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

**BARTIN
ŞUBAT 2013**

“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Orhan KELLEÇİ

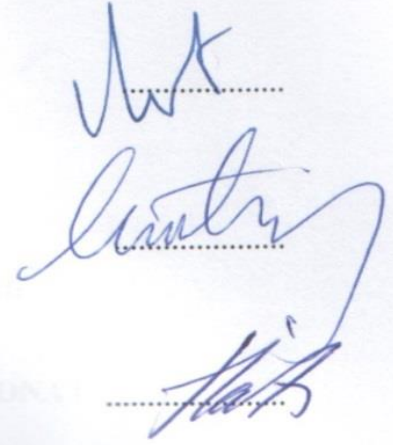
KABUL:

Orhan KELLEÇİ tarafından hazırlanan "SİLAN İLE MODİFİYE EDİLEN ÜRE FORMALDEHİT KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından değerlendirilerek, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Odun Mekaniği ve Teknolojisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans olarak oybirliğiyle kabul edilmiştir. 08.02.2013

Başkan: Yrd. Doç. Dr. S. Murat ONAT

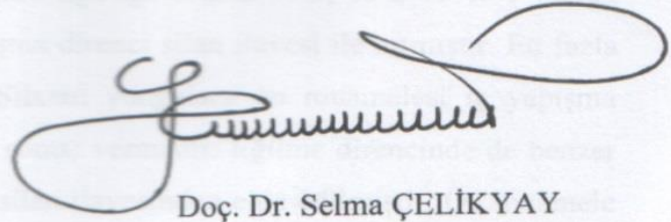
Üye : Doç. Dr. Abdullah İSTEK

Üye : Doç. Dr. Fatih YAPICI



ONAY:

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. .../.../2013



Doç. Dr. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SILAN İLE MODİFİYE EDİLEN ÜREFORMALDEHİT KULLANILARAK ÜRETİLMİŞ YONGALEVHALARIN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Orhan KELLEÇİ

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Saadettin Murat ONAT

Şubat 2013, 81 Sayfa

Bu çalışmada, laboratuvar ortamında silan bileşiği ilavesi ile üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. silan bileşiği levhalara İki farklı yolla, tutkala içerisine ilave veya yongalarla ön muamele edilerek ilave edilmiştir.

Her iki yolda da silan test örneklerinin tam kuru ağırlığa oranla % 1, % 2 ve % 3 olarak eklenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre iç yapışma direnci silan ilavesi ile artmıştır. En fazla artış % 3 silan ilavesinden elde edilmiştir. Silanın yongalara ön muamelesi iç yapışma direncinde tutkal içerisine ilavesinden daha iyi sonuç vermiştir. Eğilme direncinde de benzer sonuçlar elde edilmiştir. En yüksek değer % 2 silan ilavesinden elde edilmiştir. Ön muamele daha iyi sonuç vermiştir. Ayrıca elastikiyet modülünde silan ilavesi ile iyileşme tespit edilmiştir. En yüksek elastikiyet modülü değeri % 12 tutkallı % 2 silan ön muameleli test örneklerinden elde edilmiştir. Silan artışı olumlu sonuç vermiştir.

ÖZET (devam ediyor)

Genel olarak en iyi fiziksel ve mekanik özellikler % 11 tutkallı ve % 3 silan ilaveli test örneklerinden elde edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Yongalevha, Silan, Fiziksel özellikler, Mekanik özellikler.

Bilim Kodu : 502.07.01

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

DETERMINATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL EFFECTS OF THE PARTICLEBOARD MODIFIED WITH SILANE AND USING UREA FORMALDEHYDE

Orhan KELLECI

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industrial Engineering

Thesis Advisor: Asst. Prof. Saadettin Murat ONAT

February 2013, 81 pages

In this study, the effect of silane compound (2-Amino-trimet. Silane) addition on physical and mechanical properties Particleboard produced in laboratory conditions was investigated. In a two different way as silane compound was added into adhesive or pretreated with wood particles. For both, silane was added by 1 %, 2 % and 3 % into the samples in terms of dry matter.

According to the results, internal bonding strength was increased with addition of silane. The highest increase was seen in 3 % silane addition. Pretreatment of the chips provided better internal bonding than treatment of adhesive. For bending strength similar results were obtained. The highest value was found in 2 % silane addition. Pretreatment also gave better results. Also, modulus of elasticity, increase was observed with addition of silane. The highest MOE value was determined in 12 % adhesive, 2 % pretreated silane sample. Increased silane addition showed better results.

ABSTRACT (continued)

Overall, the highest physical and mechanical properties was obtained from 11 % adhesive ratio, and 3 % silane sample boards.

Key words : Particle board, Silan, Physical properties, Mechanical properties.

Science code: 502.07.01

TEŞEKKÜR

“Silan ile muamele edilmiş yongalevhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin araştırılması” adlı bu çalışma Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Odun Fiziği ve Mekaniği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans tez danışmanlığımı üstlenerek araştırılmanın planlanmasında ve yürütülmesinde çalışmanın her aşamasında ilgi ve desteğini esirgemeyen sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Saadettin Murat ONAT hocama teşekkürü bir borç bilirim. Tez yazım aşamasında ve deneylerin yapılması aşamasında büyük destek veren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. Deniz AYDEMİR’ e çok teşekkür ederim. Test numunelerinin basımı esnasında malzeme temininde büyük yardımları dokunan sayın müdürüm Nurettin KAMARLI’ya ve WACKER satış sorumlusu Ahmet GEZEK Beyefendiye teşekkürü bir borç bilirim. İmkânlarından faydalandığım Yıldız Entegre Mudurnu Sunta Fabrikası personeline ve Bartın Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği hocalarıma çok teşekkür ederim.

Her zaman maddi ve manevi desteklerini gördüğüm babam Mustafa KELLEÇİ, annem Şehri KELLEÇİ, eşim Kumsal PORGALI KELLEÇİ ve kızım Rabia Duru KELLEÇİ’ye sonsuz şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmayı ülkemizin bölünmez bütünlüğünü koruyan gazi ve şehitlerimize ithaf ediyorum.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
TABLolar DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
BÖLÜM 1 GENEL BİLGİLER	1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 YONGALEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI	2
1.2.1 Özgül Ağırlıklarına Göre	2
1.2.2 Presleme Yöntemlerine Göre	2
1.2.3 Tabaka Sayılarına Göre	3
1.2.4 Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre	3
1.2.5 Üretimde Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Göre	3
1.2.6 Yüzey Kaplama Malzemesi Çeşidine Göre	4
1.3 YONGALEVHANIN TARİHÇESİ	4
1.4 YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER	5
1.4.1 Yongalevha Üretiminde Kullanılan Ligno-selülozik Malzemeler	5
1.4.1.1 Odun	6
1.4.1.2 Diğer Bitkisel Malzemeler	6
1.4.2 Yongalevha Üretiminde Kullanılan Tutkal ve Bağlayıcı Kimyasal Maddeler	7
1.4.2.1 Üre Formaldehit Reçine Tutkalı	7
1.4.2.2 Melamin Formaldehit Reçine Tutkalı	7
1.4.2.3 Fenol Formaldehit Reçine Tutkalı	8

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

1.4.2.4 İzosiyonat Tutkalı.....	9
1.4.2.5 Sülfid Asit Suyu	9
1.4.2.6 Doğal Yapıştırıcılar	9
1.4.3 Katkı Maddeleri.....	10
1.4.3.1 Hidrofobik Maddeler	10
1.4.3.2 Sertleştirici Maddeler	10
1.4.3.3 Koruyucu Maddeler.....	11
1.4.3.4 Yanmayı Önleyici Maddeler	11
1.5 YONGALEVHALARIN KULLANIM ALANLARI.....	11
1.5.1 Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri.....	12
1.5.2 Çimentolu Yongalevhaların Kullanım Yerleri.....	13
1.5.3 Etiketli Yongalevhaların Kullanım Yerleri	13
1.5.4 Odun Talaşı ve Zirai Atıklardan Üretilen Levhaların Kullanım Yerleri.....	13
1.5.5 Yönlendirilmiş Yongalevhaların (OSB) Kullanım Yerleri	14
1.5.6 Kalıplanmış Yongalevhaların (Werzalit) Kullanım Yerleri.....	14
1.6 TÜRKİYE’DE YONGALEVHA ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE TİCARETİ	14
1.7 TÜRKİYE’DE YONGALEVHA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ	16
1.7.1 Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği.....	17
1.7.1.1 Yonga Hazırlama	17
1.7.1.2 Yongaların Kurutulması	19
1.7.1.3 Yongaların Sınıflandırılması	21
1.7.1.4 Yongaların Tutkallanması ve Katkı Maddelerinin Eklenmesi.....	23
1.7.1.5 Yonga Taslağının Oluşturulması (Serme)	25
1.7.1.6 Yongalevhaların Preslenmesi	27
1.7.1.7 Ön Presleme (Soğuk Pres).....	28
1.7.1.8 Sıcak Presleme	29
1.7.1.9 Bitirme İşlemleri	30
1.7.1.10 Levhaların Klimatize Edilmesi.....	30
1.7.1.11 Boyutlandırma	31
1.7.1.12 Zımparalama.....	31
1.7.1.13 Sınıflandırma ve Depolama.....	31
1.8 YONGALEVHANIN BAZI ÜSTÜN ÖZELLİKLERİ	31

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

1.9 TÜRKİYE’DE ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN KALİTE PROBLEMLERİ.....	32
1.10 YONGALEVHANIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİ	
ETKİLEYEN FAKTÖRLER	33
1.10.1 Dış Tabaka Yonga Kullanım Oranı.....	33
1.10.2 Hammadde Odun ve Yongaların Rutubet Miktarı	34
1.10.3 Emprenye İşlemi	34
1.10.4 Yonga Serme İşlemi	35
1.10.5 Yonga Geometrisi	35
1.10.6 Tutkal Türü, Miktarı ve Uygulanışı	35
1.10.7 Permeabilite.....	36
1.10.8 Kabuk Kullanımı	37
1.10.9 pH	37
1.10.10 Yonga Elde Edilme Şekli	38
1.10.11 Levha Yoğunluğu	38
1.10.12 Odun Özgül Ağırlığı.....	38
1.10.13 Katkı Maddeleri.....	39
1.10.14 Levha Yüzeylerinin Kaplanması	39
1.10.15 Ağaç Türü.....	40
1.10.16 Pres Basıncı	40
1.10.17 Odunun Anatomik Yapısı.....	41
1.10.18 Odunun Kimyasal Yapısı	41
1.10.19 Odun Kusurları	42
1.10.20 Odun Tozu Kullanımı.....	42
1.10.21 Sertleştirici Türü.....	42
1.10.22 Özgül Ağırlık Profili	42
1.11 YONGALEVHALARLA İLGİLİ STANDARTLAR VE TEST METOTLARI	43
BÖLÜM 2 MATERYAL VE METOT	45
2.1 MATERYAL.....	45
2.1.1 Yonga Temini.....	45
2.1.2 Tutkal	45

İÇİNDEKİLER (devam ediyor)

2.1.3 Sertleştirici	45
2.1.4 Silan.....	46
2.1.5 Deneme Levhalarının Üretilmesi	48
2.2 METOT	49
2.2.1 Fiziksel Yöntemler	49
2.2.1.1 Yoğunluk.....	49
2.2.1.2 Rutubet	49
2.2.1.3 Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı	50
2.2.2 Mekanik Testler.....	50
2.2.2.1 Eğilme Direnci	50
2.2.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü.....	51
2.2.2.3 Levha Yüzeye Dik Çekme	51
BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA.....	53
3.1 TEST NUMUNELERİNE AİT FİZİKSEL BULGULAR.....	54
3.1.1 Yoğunluk.....	54
3.1.2 Kalınlığına Şişme	55
3.2 TEST NUMUNELERİNE AİT MEKANİK BULGULAR	56
3.2.1 Eğilme Direnci	56
3.2.2 Eğilme-Elastikiyet Modülü	58
3.2.2 Yüzeye Dik Çekme Direnci	59
BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	63
KAYNAKLAR.....	69
BİBLİYOGRAFYA	79
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Değişik tipte yongalama makineleri	18
1.2 Primer yongalama makinesi.....	19
1.3 Tek geçişli kurutma tamburu	20
1.4 Kurutma istasyonu otomasyon şeması	21
1.5 Yaş yonga diskli eleği	22
1.6 Kuru yonga sarsak eleği	22
1.7 Kurutma sonrası havalı yonga ayırıcı	23
1.8 Tutkallama makinesi	24
1.9 Tutkal hazırlama otomasyon şeması.....	25
1.10 Yonga taslağı serme istasyonu.....	26
1.11 Orta tabaka yonga taslağı serme istasyonu	27
1.12 Yüzey tabaka yonga taslağı serme istasyonu	27
1.13 Siempelkamp marka ön pres	28
1.14 Dieffenbacher conti-roll sıcak pres	30
4.1 Levhaların kalınlığına şişme miktarları	64
4.2 Levhaların eğilme direnci sonuçları.....	65
4.3 Levhaların eğilme-elastikiyet direnci sonuçları.....	66
4.4 Levhaların çekme direnci sonuçları	67

TABLULAR DİZİNİ

<u>No</u>	<u>Sayfa</u>
1.1 Türkiye'deki yongalevha kuruluşları.....	15
1.2 Türkiye yongalevha üretim, ithalat ve ihracat miktarları	16
2.1 Silan (Geniosil GF9) karakteristik özellikleri.....	47
2.2 Deneme levhalarının numaralandırılması	50
3.1 Test levhalarının numaralandırılması	54
3.2 Silanla muamele edilmiş test numunelerine ait bulgular	55
3.3 Levhaların kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi.....	56
3.4 Levhaların kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan test sonuçları	57
3.5 Levhaların eğilme dirençlerine ait varyans analizi	58
3.6 Levhaların eğilme direncine ait Duncan test sonuçları.....	58
3.7 Levhaların elastikiyet modülüne ait varyans analizi.....	60
3.8 Levhaların elastikiyet modülüne ait Duncan test sonuçları	60
3.9 Levhaların yüzeyine dik çekme direncine ait varyans analizi	61
3.10 Levhaların yüzeyine dik çekme direncine ait Duncan test sonuçları.....	61

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

KISALTMALAR

F_{max}	: Maksimum yük miktarı
UF	: Üre formaldehit
MF	: Melamin formaldehit
CCA	: Krom bakır arsenat
As	: Arsenik
OSB	: Oriented Strand Board
ÇD	: Çekme direnci
ED	: Eğilme direnci
EM	: Elastikiyet modülü

SİMGELER

d	: Öz kütle
m	: Kütle
v	: Hacim
e	: Örnek kalınlığı
b	: Örnek genişliği
L	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık
E	: Eğilme elastikiyet modülü
Δe	: Eğilme miktarı
m_r	: Rutubetli ağırlık
m_0	: Tam kuru ağırlık
r	: Rutubet miktarı

BÖLÜM 1

GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

Tarihten bu güne kadar olan endüstriyel ilerlemeler izlendiği zaman; kullanımı ve şekil verilmesi basit olan odunu en ilkel kullanım sürecinden, ileri teknolojik seviyelere getirmiştir. Masif ahşap ürünler günümüze kadar yoğun bir şekilde kullanılmış ve halende kullanılmaktadır. Fakat masif ağaç malzemenin bulunması, temini, kalite problemleri, işlenmesindeki zorluk, işlenirken oluşan firelerin fazlalığı farklı bir endüstrinin doğmasına sebep olmuştur. Günümüzde sanayi kuruluşları ahşap malzeme üzerine daha sistematik şekilde yaklaşarak bu malzemedeki en verimli şekilde, en fonksiyonel ve ergonomik nasıl yararlanabileceği konusunda araştırmalara devam etmektedir. Günümüz endüstri koşulları ile de kullanım yerine uygun ve ihtiyacı karşılayacak ürünleri son kullanıcının hizmetine sunmaktadır. Ahşap malzeme kusurlarını önleme ve fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi konularında en fazla ahşap malzemenin rutubet, kalınlığına şişme, mikro organizmalara, mantarlara ve yanmaya karşı dayanıklılığının artırılması gibi konularda araştırmalar ön plana çıkmış ve ahşap kompozit levhalar geliştirilmiştir. Yongalevha ve orta yoğunluklu lif levha (Medium Density Fiberboard–MDF) gibi kompozit ürünler üzerinde çalışılmış ve her geçen gün yeni gelişimler edilmiş ve edilmektedir. Tarihçesi 1887'lere dayanan ve şu an yaygın bir şekilde mobilya sektöründe kullanılan yongalevha ise pazarda önemli bir yere sahiptir.

Bu çalışmanın amacı, Yongalevha üretiminde kullanılan modifiye malzemelere ek olarak daha önce kullanılmayan silan kimyasal bileşiğinin yongalevha üretimine uygunluğunu ve teknolojik özelliklerine olan etkileri araştırılmıştır. Ayrıca bu çalışma ile ülkemizde sıkça kullanılan yongalevhaların bazı özelliklerinin iyileştirilmesi de hedeflenmektedir. Yongalevhaların üretim maliyetlerinin düşürülmesi amacıyla kullanılan hammaddelerden önemli bir payı olan tutkalın kullanım miktarını düşürmek gerekmektedir. Bu amaçla tutkalın silan ile modifiye edilerek tutkalın jelleşmesi üzerine iyileşme sağlamak amaçlanmaktadır.

Özellikle levhaların su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin daha düşük olması istenmektedir. Bununla beraber eğilmede elastikiyet modülü ve levha yüzeyine dik çekme direnci gibi mekanik özelliklerinin de iyileşmesi hedeflenmektedir.

1.2 YONGALEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

Yongalevha değişik standartlarda farklı tanımlanmıştır. TS 180 (1978)'e göre odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilen kurutulmuş yongaların sentetik reçine tutkalları ile sıcaklık ve basınç altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan levhalardır. BS 1811 (1969)'e göre ise; odun veya diğer lignoselülozik lifli materyal parçacıklarından bir tutkal ilavesi veya tutkalsız olarak basınç altında üretilen levha şeklindeki malzemedir. Her iki standartta yapılan tanımlardan yararlanarak; yongalevha % 1–3 rutubete kadar kurutulmuş odun yongalarının sentetik reçine tutkallar veya uygun bir yapıştırıcı ile sıcaklık ve basınç altında geniş yüzeyli levhalar haline getirildiği bir malzeme olarak tanımlanabilir. Yongalevhalar değişik özelliklerine göre sınıflandırılırlar.

1.2.1 Özgül Ağırlıklarına Göre

Özgül ağırlıklarına göre yongalevhaları üç kategoride sınıflandırılır. Düşük özgül ağırlıktaki yongalevhalar; özgül kütleleri 0.590 gr/cm^3 'ten daha düşük olan yongalevhalar. Orta özgül ağırlıktaki yongalevhalar; özgül kütleleri $0.590\text{--}0.800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen yongalevhalar. Yüksek özgül ağırlıktaki yongalevhalar; özgül kütleleri $0,800 \text{ gr/cm}^3$ 'ten daha fazla olan levhalardır (Nemli 2000).

1.2.2 Presleme Yöntemlerine Göre

Yongalevhalar presleme yöntemlerine göre yatay ve dik yongalı levhalar olmak üzere iki grupta toplanmaktadır. Yatay yongalı levhalar; Bu tip levhalarda yongalar levha yüzeyine paraleldir. Presleme sırasında basınç levha yüzeyine dik şekilde uygulanmaktadır. Dik Yongalı Levhalar (okal); bu tip levhalarda ise presleme sırasında basınç levha yüzeyine paralel şekilde uygulanmaktadır. Yongaların yönü levha yüzeyine dik durumdadır.

TS 3482 (1988)' e göre okal tipi levhalar; odun yonga ve/veya talaşların sentetik reçine tutkalı ile karıştırılıp sıcaklık etkisi altında preslenmesi ile elde edilen ve yongaları levha yüzeyine

dik olan deliksiz veya delikli kaplanmamış bir levhadır (Anonim-17 1988). Dik yongalı levhalar; mobilyacılıkta, masa, duvar, raf, radyo, televizyon ve müzik dolabı yapımı ile diğer inşaat işlerinde kullanılmaktadır.

1.2.3 Tabaka Sayılarına Göre

Yongalevhalar, ince yongalar yüzey tabakalarında, kaba yongalar ise orta tabakalarında kullanılmak suretiyle üç veya çok tabakalı olarak üretilmektedirler. Tabaka sayılarına göre yongalevhaları dört grup altında incelemek mümkündür. Bunlar; tek tabakalı yongalevhalar, üç tabakalı yongalevhalar, beş tabakalı yongalevhalar, tabakaları belirsiz yongalevhalar (Akbulut 1991).

1.2.4 Yonga Büyüklüğü ve Geometrisine Göre

Yongalevhalar yonga büyüklüğü ve geometrisine göre dört grupta toplanmaktadır (Nemli 2000). Normal yongalevhalar; bu tip yongalevhalar da genelde yonga kalınlıkları 0.25–0.4 mm, yonga genişlikleri 2–6 mm ve yonga uzunlukları 10–25 mm kadardır (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000). Etiket yongalevhalar; yonga kalınlıkları 0.5–0.7 mm, genişlikleri 25–40 mm ve uzunlukları 35–75 mm kadar olan yongalardan üretilen yongalevhalar dır. Bunlar ülkemizde ve Avrupa'da üretilmemekle birlikte Kuzey Amerika'da önemli bir yapı malzemesi olarak üretilmektedir (Göker 2000; Dayanıklıoğlu 2004). Yönlendirilmiş yongalı levha; yonga kalınlıkları 0.4–0.8 mm, genişlikleri 6–25 mm, uzunlukları 38–63 mm arasında olan levhalardır. Bu tip levhalarda yongalar yüzeye gelişi güzel serilmişlerdir. Üstün mekanik özelliklerinden dolayı kontratabla, kontrplak, masif ağaç gibi malzemelerin kullanıldığı her yerde kullanılabilirler (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000). Şerit yongalı levha; yonga kalınlıkları 0.5–0.7 mm, genişlikleri 9–10 mm, uzunlukları 35–75 mm arasında olan levhalardır (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000).

1.2.5 Üretimde Kullanılan Bağlayıcı Madde Türüne Göre

Kullanılan bağlayıcı madde türüne bağlı olarak yongalevhalar, sentetik reçineli ve çimentolu yongalevhalar olarak ikiye ayrılır. Anorganik yapıştırıcı ile üretilenlerde hammadde olarak; çimento, ağaç yongası veya tarımsal bitkiler ve su ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO_3 , SiO_2 , Al_2O_3 gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yongalevhalar mantar ve

böcekler tarafından tahrip edilememektedir (Bozkurt 1982; Baharoğlu 2010). Sentetik reçineli levha üretiminde ise; üre formaldehit, melamin formaldehit, fenol formaldehit ve izosiyanat tutkalları yaygın olarak kullanılmaktadır.

1.2.6 Yüzey Kaplama Malzemesi Çeşidine Göre

Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar; sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır (Anonim-1 2008). Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yongalevhalar; yongalevha endüstrisinde kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri; melamin, dialil ftalat, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo–bobin laminatları (CPL), folyolar, ahşap kaplama levhaları, fenolik kraft kağıtları, polivinil klorür (PVC), lignin dolgulu laminatlar, polietilen kağıtlar, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA (polivinil asetat) + üre ve üre + amonyum klorür esaslı kağıtlardır (Baharoğlu 2010).

1.3 YONGALEVHANIN TARİHÇESİ

Yongalevha hakkında ilk fikirleri 1887 yılında Ernst Hubbard odun artıklarının değerlendirilmesi adlı yayınında, testere talaşı ve kan albümininden yararlanarak basınç ve sıcaklık tatbiki ile levha üretimi şeklinde ortaya atmıştı. 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. Bu metotta tutkal miktarı günümüzde yongalevha üretiminde kullanılmakta olan oranlarla eşit miktarlardadır. 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 (Bozkurt ve Göker 1985). Her ne kadar yongalevha üretimi fikri 1880’li yıllara dayansa da, gerek hammadde olan yonganın elde edilmesinde kullanılan teknolojinin yetersizliği, gerekse yapıştırıcı teknolojisindeki yetersizliklerden dolayı ticari amaçla yongalevha üretimi yapılan ilk fabrika ancak 1941 yılında Almanya’da Torfit–Werke AG firması tarafından Bremen şehrinde kurulabilmiştir. Bu fabrikada üretilen yongalevhalar ladin yongalarından, fenol reçinesi kullanılarak elde edilmiştir. Bu fabrikadan sonra Almanya’da iki fabrika daha kurulmuş; bunlarda tutkal olarak üre reçinesi, yonga olarak da kontrplak üretim artıkları kullanılmıştır (Bozkurt ve Göker 1985). 2. Dünya

Savaşının ardından yongalevha üretimi büyük gelişmeler göstermiştir. Gelişen tutkal teknolojisi sayesinde yongalevha üretiminde pahalı bir malzeme olan fenol reçinesi yerine, daha ucuz ve daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilen üre reçineleri kullanılmaya başlanmıştır. Yine bu yıllarda büyük gelişmeler gösteren makine ve üretim metotları sayesinde yongalevha üretimi hızla ilerleme kaydetmiştir. Bütün bu gelişmelerin yanı sıra, levha kalitesini etkileyen faktörler üzerine yapılan araştırmalar arttırılmış, yongalevha üretiminde kullanılan yongaların biçim ve büyüklükleri, ağaç türleri, levhaların özgül ağırlıkları üzerinde durularak, yonga kalınlığının levha kalitesi üzerinde büyük etkisinin olduğu Klauditz tarafından belirlenmiştir. Buna göre yonga kalınlığı arttıkça, eğilme direncinde azalma meydana gelmektedir (Bozkurt ve Göker 1985). Ülkemizde yongalevha üretimi 1955 yılında İstanbul Kartal'da kurulan fabrika ile başlamış, üretilen ürünler piyasaya SUNTA adı ile sunulmuştur. 1967 yılında Modern Kontrplak ve Suni Tahta Sanayii Ltd. Şirketi kontrplak fabrikasına ek olarak yongalevha fabrikası açmış, bu iki fabrika Türkiye'deki yongalevha üretimine öncü olmuştur. 1970'li yıllardan sonra gelişen inşaat sektörü ve buna bağlı olarak mobilya ihtiyacının artması sonucunda yongalevha üretimi büyük gelişmeler göstererek, büyük çoğunluğu özel sektöre ait pek çok fabrika kurularak, günümüzde yongalevha üretiminde kapasite olarak dünyada sayılı ülkeler arasına girilmiştir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4 YONGALEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER

Yongalevha üretiminde kullanılan hammaddenin % 90'ı odun veya lignoselülozik malzemelerdir. Bu maksatla, ağaçların budanması, aralama ve bakım kesimleri sonucunda elde edilen odunlar kullanılabilir gibi, orman ürünleri endüstrisinin artıkları da yongalevha üretiminde kullanılabilir. Geriye kalan % 10'luk kısmını ise yapıştırıcılar, koruyucu ve yangın önleyici katkı malzemeleri oluşturur (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000).

1.4.1. Yongalevha Üretiminde Kullanılan Lignoselülozik Malzemeler

Yongalevha üretiminde selülozik yapıya sahip bütün materyaller kullanılabilir. Çeşitli sanayi artıklarının yongalevha yapımında kullanılmasına rağmen üretimde en fazla payı odun almaktadır. Odun genelde orman işletmelerinden tahsis veya ihale yolu ile temin edilmektedir.

1.4.1.1 Odun

İmalat amacı dışında kalan bütün odunlar yongalevha üretiminde kullanılabilirler. Bunlardan başka kapak tahtaları, tomruk uçlarından kalan artıklar, testere talaşları gibi ağaç endüstrisinin bütün artıkları gibi birçok materyal de yongalevha endüstrisinde kullanılır (Bozkurt ve Göker 1985). Kullanılacak tüm odunsu hammaddenin kabuklarının soyulmuş olması tercih edilmektedir. Lif, yonga ve talaş imalinde kullanılan odunlarla ilgili standarda göre yongalevha üretiminde; boyu 0.5–2 m, uç çapları 4–20 cm olan yuvarlak, boyları 1–2 m, kalınlıkları 20 cm'den az yarma odunları kullanılabilir. Bu tip odunlarda çatlak, budak, lif dönüklüğü, iki özlülük, vb. kusurlar bulunabilmekle beraber, çürüklüğün olmaması gerekmektedir (Anonim-3 1973). Yongalevha üretiminde en çok iğne yapraklı ağaç türleri (Çam, Ladin, Gökmar, Sedir) kullanılmakla beraber, Huş, Kızılağaç, İhlamur, Kavak gibi kolay temin edilebilen daha ekonomik, yapraklı ağaç türleri de kullanılabilir. Fakat okal tip yongalevhelerde en iyi kalite, iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen odun hammaddesi ile üretilenlerden elde edilir (Bozkurt ve Göker 1985). Ayrıca, Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) Orman Gülü, Kalaycıoğlu (1991) Sahil çamı (*Pinus pinaster* A.), odunlarının yongalevha üretiminde kullanılabilceğini konusunda araştırmalar yapmışlardır.

1.4.1.2 Diğer Bitkisel Malzemeler

Günümüzde odun hammaddesi kullanımına dayalı sektör sayısının çok fazla olmasından dolayı, yongalevha üretiminde kullanılacak lignoselülozik materyalin gittikçe daha az bulunması ve buna bağlı olarak maliyetlerinin artması, yongalevha üretiminde yıllık bitkilerin kullanılması konusunda araştırmalara sebep olmuştur. Keten, kenevir, ayçiçeği, kamış, bambu, şeker kamışı vb. hammaddeler de yongalevha üretiminde kullanılabilir (Nemli ve Kalaycıoğlu 2000). Bir başka çalışmada ise, çay fabrikası bitkisel atıklarının yongalevha üretimi için uygun bir hammadde olduğu belirtilmiştir (Örs ve Kalaycıoğlu 1991). Şeker kamışı ve pamuk saplarından elde edilen yongalar kullanılarak üretilen Çimentolu yongalevhalar üzerine yapılan bir araştırmada, şeker kamışı ile üretilen levhaların, pamuk sapları ile üretilen levhalardan daha üstün özellikler gösterdiği belirtilmiştir (Thole ve Weiss 1992).

1.4.2 Yongalevha Üretiminde Kullanılan Tutkal ve Bağlayıcı Kimyasal Maddeler

Yongalevha üretiminde bağlayıcı madde olarak çeşitli sentetik reçineler kullanılmaktadır. Bunlardan piyasada en fazla kullanılanı üre formaldehit reçinesidir. Piyasada bol bulunuşu ve ucuz olması sebebiyle dünyada büyük oranda kullanılmaktadır.

1.4.2.1 Üre Formaldehit Reçine Tutkalı

Dünya yongalevha üretiminde % 90 oranında üre formaldehit (UF) reçineler kullanılmaktadır. Ucuz, sıcak preslemede sertleşmesi kısa ve kullanımı kolay olan tutkallardır. Renkli veya renksiz olarak üretilebilirler. Suya karşı dirençsiz olduklarından dolayı dış maksatlı işler için üretilen yongalevha üretiminde kullanılmazlar (Bozkurt ve Göker 1985).

Üre formaldehit tutkalı üre ile formaldehitin oluşturduğu bir kondenzasyon ürünüdür (Burdurlu 1994). Yongalevhelerde yapıştırıcı olarak üre formaldehit kullanıldığında katalizör olarak amonyum sülfat veya amonyum klorür kullanılarak sertleşme süresi kısaltılır. Ayrıca sertleşme süresinin kısaltılabilmesi için ısıya da ihtiyaç vardır. Son sertleşme için yongalevhanın orta kısmındaki sıcaklık 100 °C, alt ve üst kısımlarda ise pres sıcaklığına bağlı olarak 150–180 °C arasında değişmektedir (Huş 1977). Kısaca üre formaldehit tutkalı sıcaklık etkisiyle hızla bir şekilde sertleşen, sertleşme hızının sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15–20 sn. arasında gerçekleştiği, yapıştırma direncinin yüksek, açık renkli olduğu şekilde sıralamak mümkündür (Anonim-4 1975).

1.4.2.2 Melamin Formaldehit Reçine Tutkalı

Melamin reçineleri (MF) üre ve fenol reçinelerine oranla daha pahalı, fakat rutubete karşı üre reçinelerinden daha dayanıklı, fenol reçinesinden ise daha dayanıksızdırlar. Melamin formaldehit reçine tutkalının üretim şekli üre formaldehit reçine tutkalınıninkine benzer yapıdadır (Burdurlu 1994). Melamin formaldehit tutkalı da melamin ve formaldehitin kondenzasyon reaksiyonu sonucu elde edilir. Fakat reaksiyon, kondenzasyon ürünü yeteri kadar çözelti haline gelebilecek duruma geldiğinde işleme son verilir. Melamin reçineleri genellikle toz halde depolanır. Günümüzde sıvı eriyikler halinde piyasada bulunsa da depolama ömrü üre formaldehit reçinesi kadar uzun değildir. Herhangi bir sertleştirici katılmadan 90–140 °C' de sıcaklıkta sertleşebilir (Bozkurt ve Göker 1985). Melamin

formaldehit tutkalının en önemli avantajları düşük sıcaklıklarda sertleştirici olmaksızın sertleşebilmesi ve suya karşı direncinin yüksek oluşudur. Dezavantajları ise; maliyetinin yüksek ve depolama ömrünün kısa oluşudur. Bu sebeple % 25–75 oranında üretilen formaldehit tutkalı ile karıştırıldığında kısa sürede sertleşen, suya karşı yeterli direnci gösteren ve daha ekonomik bir tutkal elde edilebilmektedir (Huş 1977).

1.4.2.3 Fenol Formaldehit Reçine Tutkalı

Fenol formaldehit tutkalı, fenol ile formaldehitin katalizörler yardımıyla kondenzasyonu sonucu elde edilmektedir. Ancak, reaksiyona giren fenol ile formaldehit oranları ve katalizör ortamının alkali ya da asidik olmasına göre, fenol formaldehit tutkalları iki sınıfa ayrılır (Huş 1977).

Fenol ile formaldehit asidik katalizörler yardımıyla kondanse edilmesiyle elde edilen fenol reçinesine “novalak” adı verilmektedir. Novalak tipi FF tutkalları, asidik ortamda ve molar olarak Fenol’ün Formaldehitten fazla olduğu kondenzasyon içerisinde üretilirler. Katalizör olarak; paratoluen, sülfonik asit, oksalik asit ve sülfürik asit gibi kuvvetli asitler kullanılır. Novalak tutkallar termoplastiktir. Organik çözücülerde çözünebilir ve eriyebilir. Bu özelliğini, kullanmadan önce uzun süre koruyabilir. Kullanılacağı zaman sertleştirici olarak paraformaldehit veya hegzametilentetramin katılır (Huş 1977).

Formaldehit/fenol>1 olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörlerle kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine ise “resol” adı verilmektedir (Hus 1997). Resol, bazik ortamda oluşan düşük kondenzasyon derecesine sahip kırmızı renkli bir sıvıdır. Bu, fenol alkolünün kristalleşebilir durumunun aksine reçinemsiz karakteri ifade etmektedir. Bazı tipleri suda, bazı tipleri ise organik çözücülerde çözülebilir. Sıvı halde iken ısı ya da asit etkisiyle sertleşen reçine bu defa “resit” olarak adlandırılmaktadır. Bu duruma gelen reçine artık sıcaklığın yükselmesiyle yumuşamaz, erimez bir durum alır ve nihayet kömürleşir. Resol ve resit durumları arasındaki bir aşamada reçine “resitol” adını alır, burada yumuşak ve termoplastik bir niteliğe sahiptir. Ancak organik çözücülerde çözünemez. Sertleşmenin bu kademeleri arasına kesin bir sınır koymak mümkün değildir, zira kondenzasyon olayı süreklidir (Özen 1980). Yüksek moleküler ağırlığa sahip olduğundan rutubet, yağ, organik çözücüler, birçok asit, mantar ve bakterilere karşı çok dayanıklı bir tutkal çeşididir. Özellikle dış yapılarda kullanılacak yongalevhaların üretiminde daha çok kullanılır. Presleme sıcaklığı

200 °C' ye kadar çıkabilir. Katalizörler yardımıyla presleme süresi kısaltılabilir. Fenol formaldehit reçine tutkalının derine nüfuz etme ve odun çeperini şişirme özelliğinden dolayı, sertleştiğinde oldukça mükemmel dayanımlı boyutsal bir stabilite sağlanır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.2.4 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 1991). Yongaları daha iyi yapıştırdığı için, fenolik reçinelerden daha düşük özgül ağırlıkta yongalevhalar üretilerek, odunsu materyal masraflarının azaltılmasını sağlamış olur. Çok kuvvetli yapıştırma gücünden dolayı, yongalevha üretiminde kullanılan saman gibi güç yapıştırılan materyalleri bile uygun bir şekilde yapıştırabilir. Fakat presleme esnasında alüminyum veya çelik tablaları da yapıştırmasından dolayı bir takım sorunlara neden olabilir. Bu sorunları bertaraf etmek için dış tabakalarda fenolik reçineler, orta tabakada ise izosiyanat tutkalı kullanılabilir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.2.5 Sülfite Asit Suyu

Son yıllarda selüloz üretimi esnasında ortaya çıkan sülfite atık sularının yongalevha üretiminde yapıştırıcı olarak kullanılabilmesi ortaya çıkmıştır. Bu şekilde yongalevha üreten ilk fabrikalar Danimarka ve Finlandiya' da kurulmuştur. Kanada Orman Ürünleri Laboratuvarlarında geliştirilen bir metotla, sülfite asit suyuna kuvvetli asitlerden sülfürik asit ilavesi ile suya karşı dayanıklı bir yapışma sağlayan, hem pratik, hem de ekonomik bir yapıştırıcı elde edilmiştir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.2.6 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 olmaktadır (Kalaycıoğlu 1991). Deneylerde başarılı sonuçlar elde edilmesine karşın lignin tutkalı henüz endüstriyel üretime girmemiştir (Özen 1983).

1.4.3 Katkı Maddeleri

Yongalevha üretiminde kullanılan katkı maddeleri; presleme esnasında sertleşmeyi hızlandırma, tutkaldan gaz çıkışını dengeleme, boyutsal stabilite sağlama, yanmayı geciktirme, hayvansal veya bitkisel zararlılara karşı koruma gibi işlevleri yerine getiren maddelerdir (Kalaycıoğlu 1991).

1.4.3.1 Hidrofobik Maddeler

Özellikle mobilya imalatında kullanılacak yongalevhalarda boyut stabilizasyonunu sağlayabilmek açısından, hidrofobik katkı maddelerini kullanmak kaçınılmazdır. Yongaların dağılışı ve yapıştırıcı maddelerin miktarının iyi ayarlanması nedeni ile boy yönünde şişme oldukça düşük oranlarda olmaktadır. Fakat kalınlık yönünde şişme, yongaların sadece yüksek basınçla preslenmesinden değil, aynı zamanda porozitesinden kaynaklanmaktadır. Bunu önlemek ya da asgari düzeyde tutmak için, yongalevhaların mekanik direnç özelliklerini bozmayacak oranlarda, hidrofobik bir madde olan parafinden yararlanılmaktadır. Parafin yüksek su itici özelliğe sahip, ergime derecesi düşük, diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik bir materyaldir (Bozkurt ve Göker 1985). Yongalevha üretiminde hidrofobik madde olarak kullanılan parafin, homojen yapıda, tutkal ve emprenye maddeleri ile uyumlu olmalıdır. Ayrıca parafin miktarı, yongalevhaların yüzeye dik çekme direncini azaltmadan, kalınlığına şişmeyi asgari düzeyde tutmalıdır. Bu amaçla; iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yongalevhalarda parafin miktarı, tam kuru yonga ağırlığının % 0,3 0,5'i oranında, yapraklı ağaçlarda ise % 0,5–1'i oranında kullanılmalıdır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.3.2 Sertleştirici Maddeler

Yongalevha üretiminde kullanılan tutkalların daha uzun süre depolanabilmeleri için presleme zamanına kadar sertleşme yapmamalı, presleme esnasında da hızlı bir şekilde sertleşmelidir. Üre formaldehit tutkallarında sertleştirici olarak amonyum klorür veya amonyum sülfat

kullanılmaktadır. Presleme sırasında sıcaklık etkisi ile amonyum klorür ve formaldehit reaksiyona girerek, hidroklorik asit ve su açığa çıkar. Ortaya çıkan hidroklorik asit sayesinde tutkal hızlı bir şekilde sertleşir. Fakat daha presleme işlemine geçmeden düşük sıcaklıkta sertleşmenin olmaması için, tutkal çözeltisinin içerisine amonyak veya üre ilavesi yapılmalıdır. Amonyak düşük sıcaklıklarda hidroklorik asidi nötrleştirerek, pres sıcaklığına kadar sertleşmeyi durdurur. Pres sıcaklığında amonyağın buharlaşmasıyla asit tekrar ortaya çıkarak sertleştirmeyi gerçekleştirir. Düşük maliyeti nedeni ile üreden çok amonyak kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.3.3 Koruyucu Maddeler

Yongalevhaların mantar ve böceklere karşı korunmasını sağlamak amacıyla bazı empenye malzemeleri kullanılmaktadır. Bu amaçla; sodyum pentaklorfenol, kromlu bakır arsenat (CCA–Tip C) ile amonyaklı bakır arsenik kullanılır. Kullanılacak koruyucu madde tutkalın sertleşme ve presleme süresini uzatmamalı, yapışma direnci ile levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini değiştirmemelidir. Koruyucu madde olarak kullanılan sodyum pentaklorfenol miktarındaki artışın, yongalevhanın yüzeye dik yönde direncinde önemli ölçüde azalmalara yol açtığı yapılan araştırmalarla belirlenmiştir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.4.3.4 Yanmayı Önleyici Maddeler

Yongalevhalar ağaç materyalden üretildikleri için oldukça yanıcı malzemelerdir. Çok sık kullanılmamakla birlikte bazen yanıcılık özelliklerini asgari düzeye indirebilmek amacı ile Çinko (Zn), Arsenik (As), Bakır (Cu), Boraks (B), Borik Asit (B(OH)₃) ve Borat içeren maddeler toz veya sıvı eriyik halinde levha üretiminde kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.5 YONGALEVHALARIN KULLANIM ALANLARI

Yongalevhalar çok çeşitli amaçlarla kullanılmaktadırlar. Piyasada en fazla mobilya sektöründe yongalevhalarından faydalanılmaktadır. Bunun yanında kullanım yerlerine özel üretilmiş yongalevhalar çeşitli amaçlarla müşterilerin ihtiyaçlarına karşılık vermektedir.

1.5.1 Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri

Ülkemizde tüketilen yongalevhaların yaklaşık; % 73.5' i Mobilya, % 11.2' si İnşaat, % 13.0' ı Dekorasyon, % 0.2' si Prefabrik ev yapımında tüketilmektedir. Ülkemizde en çok 550–600 kg/m³ yoğunluktaki yatay preslenmiş yongalevhalar tüketilmektedir. Bunlar zımparalanmış ve lamine edilmiş olarak kullanılmaktadır. Mobilyacılıkta genel olarak 13–22 mm arasında çok tabakalı levhalar mobilyanın alt, yan ve ön cephelerinde, 4–8 mm kalınlıktaki levhalar ise mobilyanın arka kısımlarında arkalık veya çekmecelerde çekmece altı olarak kullanılmaktadır (Göker 2000).

Yongalevhaların işlenme kolaylığı, iş veriminin yüksekliği, zayıf az ve işçilik giderlerinin düşük olması ağaç malzeme tutkalları ile kaplama levhaları ile kaplanmaları halinde iyi özellik göstermesi gibi nedenleri ile tercih edilmektedir. Bu tip levhalar marangozlar tarafından mutfak dolaplarında, dekorasyonda ve çeşitli diğer işlerde kullanılmaktadır. Binaların iç kısımlarında bölmeler, kapı, duvar levhaları, sabit dolaplar yapımında, özellikle konser, sinema ve tiyatro salonlarında duvar kaplama levhaları dekoratif ve akustik özellikleri bakımından elverişlidir. Linolyum ve parke yerine döşeme olarak özel şekilde üretilmiş sentetik reçine miktarı fazla yüksek basınçlarda preslenmiş ve sertleştirilmiş yongalevhalar değerlendirilebilir. Açık hava koşullarında özel üretilmiş ve emprenye edilmiş yongalevhalar konutların dış cephelerinde veya çiftlik binalarının dış cephelerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Özel kullanım ortamları için yongalevhaya istenilen özelliği kazandırabilecek değişik tutkallar kullanılarak üretilmiş yongalevhalar kullanılabilir. Örneğin rutubet ve bağıl nemin fazla ve boyut stabilitesinin önemli olduğu yerlerde polizosiyanat tutkalları ile üretilmiş levhaların kullanılması uygun olmaktadır. Yongalevhaların özgül ağırlıkları dikkate alındığında ağır levhalar genelde yapı maksatları için özellikle prefabrike konut üretiminde kullanılmaktadır.

Yatay preslenmiş yongalevhaların yüzeyleri masif ağaç malzemenin çekici renk, motif ve tekstürüne sahip değildir. Bu nedenle, yüzeyleri ve kenarları çeşitli malzeme ile kaplanmış yongalevhalar iç dekorasyonda ve mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Böylece, dekoratif bir yüzey kazandırılıp, levhaların çalışmaları en aza indirildiği gibi insan sağlığına zararlı olan formaldehit emisyonu kısıtlanmaktadır (Göker 2000).

1.5.2 Çimentolu Yongalevhaların Kullanım Yerleri

Odun hammaddesinden elde edilen yongaların bağlayıcı olarak kullanılan çimento, Alüminyum Sülfat (Al_2SO_4), Sodyum Silikat ile karıştırılıp basınç altında preslenerek sertleştirme, olgunlaştırma ve kurutma işlemine tabi tutularak elde edilmektedir. Çimentolu yongalevhaların yangına dayanıklılığı ve rutubet karşısında boyut stabilitesinin yüksek olması nedeni ile prefabrik ev, okul, işletme ve yönetim binaları, kırsal alan konutları, danışma ve kamp binaları gibi tek ve çift katlı binalarda özellikle dış cephe kaplamalarında kullanılmaktadır (Bozkurt ve Göker 1990). Çimentolu yongalevhalar yanmaz, su emmez, dış şartlardan etkilenmez, aletlerle işlenir, üst yüzeyleri ıslah edilir, çivi, vida ve benzeri gereçlerle birleştirilir, dona, çürümeye, mantar, böcek ve termit'e dayanıklıdır.

Bunun yanında büro inşaatı, hastaneler, okullar, çocuk yuvaları, endüstriyel yapılar, kantinler, ambar ve sergi halleri, geçici binalar, şantiye binaları, otoyollarda gürültü koruma duvarları, konteynir gibi kullanım yerleri de mevcuttur. Ayrıca, çöp kovaları ve havalandırma kanallarında, çatılarda kiremit altlığı olarak, yer döşemelerinde parke yerine, depo, sahne, spor salonlarında duvar, ev ara bölmelerinde, iç dekorasyonda, yat ve tekne dekorasyonunda, fayans altında, yükseltilmiş taban ve dekoratif tavan yapımlarında da kullanılmaktadır (Göker 2000).

1.5.3 Etiketli Yongalevhaların Kullanım Yerleri

Etiket yongalı levhalar genellikle kontrplağın kullanıldığı her yerde değerlendirilebilmektedir. Tutkal türüne bağlı olarak açık hava koşullarında çatı kaplamaları, iç ve dış duvar kaplamaları, döşeme ve döşeme altı materyali olarak da değerlendirilebilmektedir. Bunlar daha çok 6–8 mm, 9–11 mm ve 15 mm olarak üç kalınlık sınıfında üretilmektedir. İnce olanlar duvar kaplamaları, kalın olanlar ise döşeme ve çatı malzemesi olarak tüketilmektedir (Göker 2000).

1.5.4 Odun Talaşı ve Zirai Atıklardan Üretilen Levhaların Kullanım Yerleri

Bu tip levhalar binalarda ses ve ısı yalıtımı için kullanılabildiği gibi yatay preslenmiş levhaların özelliklerine yakındır (Dayanıklıoğlu 2004).

1.5.5 Yönlendirilmiş Yongalevhaların (OSB) Kullanım Yerleri

Yönlendirilmiş yongalevhalar; delgi, rendeleme, zımparalama gibi işlemlere de uygun oldukları için normal yongalevhaların kullanılmadığı fazla direnç gerektiren tüketim yerlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ürünlerdir (Anonim-5 1998).

Kusursuz, budaksız ve iyi bir yüzey kalitesine sahip olan OSB levhalar kontrplak yerine kullanılabilirler. Yönlendirilmiş yongalı levhaların en önemli avantajı kullanım yerleri isteklerine uygun şekilde üretilme imkânlarının olmasıdır. Üre formaldehit reçinesi ile üretilen yönlendirilmiş yongalı levhalar özellikle döşeme malzemesi, yük taşıyıcı elemanlar ve mobilya üretiminde kullanılırlar.

Üre, melamin ve formaldehit tutkalı ile üretilenler ise özellikle deprem riski olan bölgelerde prefabrik ve Amerikan tarzı binalarda; özellikle ısı iletkenlik katsayılarının düşük olması nedeniyle iç ve dış duvar, kaplama, döşeme ve çatı malzemesi olarak kullanım alanı bulmuştur. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilenlerde ise genellikle gemi taşımacılığı için ambalaj sandığı üretiminde kullanılır. Ayrıca yüzeyleri kaplanmış levhalar ise kontrplak ve kontrtabla'nın kullanıldığı tüm alanlarda kullanılabilirler (Kalaycıoğlu 2001).

1.5.6 Kalıplanmış Yongalevhaların (Werzalit) Kullanım Yerleri

Kalıplanmış yongalevhalar, eşyanın son kullanılış yerine uygun şekilde üretilmiş ürünlerdir. Yüzeyleri genelde bir laminat ile kaplıdır. Üretim metotlarına göre kullanım yerleri farklılık arz etmektedir. Ülkemizde Werzalit metodu ile üretim yapılmakta ve ürünler Werzalit olarak piyasada bilinmektedir. Bunlar; depolamada kullanılan paletler, beton kalıp elemanları, dış hava koşullarına dayanıklı bina elemanları, yüzey kaplamaları, balkon korkulukları, merdiven küpeşterleri, masa tablaları, mutfak dolabı kapakları, lambri vb ürünlerdir (Göker 2000).

1.6 TÜRKİYE'DE YONGALEVHA ÜRETİMİ, TÜKETİMİ VE TİCARETİ

Ülkemizde bulunan fabrikaların Kasım 2012 tarihi itibariyle firma adı, üretim yeri, üretim konusu, kurulu kapasiteleri Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tablo 1.1 Türkiye'deki yongalevha kuruluşları (URL-1, 2013; URL-2, 2013).

Sıra No	Firma Adı	Üretim Yeri	Üretim Konusu	Kurulu Kapasite m ³ /Gün	Kapasite m ³ /Yıl
1	YILDIZ ENTEGRE A.Ş	Mudurnu	Yongalevha	1000	300000
2	YILDIZ ENTEGRE A.Ş	Manisa	Yongalevha	2000	600000
3	KASTAMONU ENTEGRE A.Ş	Gebze	Yongalevha	1500	450000
4	KASTAMONU ENTEGRE A.Ş	Kastamonu	Yongalevha	800	240000
5	KASTAMONU ENTEGRE A.Ş	Balıkesir	Yongalevha	1700	510000
6	KASTAMONU ENTEGRE A.Ş	Samsun	Yongalevha	650	200000
7	TEVERPAN A.Ş	Çerkezköy	Yongalevha	550	165000
8	SUMAŞ A.Ş	Erdemir	Yongalevha	250	75000
9	YONSAN A.Ş	Manisa	Yongalevha	300	79000
10	SİMAV SUNTA A.Ş	Simav	Yongalevha	600	180000
11	KÜPELİLER A.Ş	Eskişehir	Yongalevha	250	75000
12	SERDAR AĞAÇ A.Ş	İnegöl	Yongalevha	750	225000
13	ORMA A.Ş	Isparta	Yongalevha	2160	648000
14	SAMEDOĞLU A.Ş	Tarsus	Yongalevha	500	150000
15	YONTAŞ A.Ş	Terme	Yongalevha	500	150000
16	VEZİR AĞAÇ A.Ş	Vezirköprü	Yongalevha	175	52500
17	SFC A.Ş	Kastamonu	Yongalevha	600	180000
18	STARWOOD A.Ş	İnegöl	Yongalevha	3300	990000
19	TEPE BETOPAN A.Ş	Arhavi	Çimontolu Y.L	90	27000
20	TEPE BETOPAN A.Ş	Ankara	Çimontolu Y.L	82	24600
21	GENTAŞ A.Ş	Mengen	Werzalit	96	28800
22	GENTAŞ A.Ş	Bolu	Compact Laminant	100	300
23	İTTAŞ A.Ş (İLERİ TEKNOLOJİ SUNTA)	İnegöl	Yongalevha	350	105000
24	YILDIZ SUNTA	İzmit	Yongalevha	1800	
Toplam:				20103	5455200

Not: Tabloda fabrikanın yılda ortalama 300 gün çalıştığı kabul edilmekte ve kurulu kapasiteleri 18 mm üzerinden hesaplanmaktadır.

Yongalevha üretiminde yıldan yıla artış gözlenmektedir. Kompozit levhaya olan talep ve sektördeki hızlı gelişmeye paralel olarak üretim her yıl artış göstermektedir. Tablo1.2' de yıllara göre yongalevha üretim, ithalat ve ihracat miktarları verilmiştir. Yongalevha üretim miktarlarında 2001, 2006 ve 2009 yıllarında bir azalma olmuştur. Bir önceki yıla göre en büyük artış 2010 yılında (% 32) ve 2009 yılında da (% 26) olmuştur. En fazla azalış ise yine 2009 yılında (% 26) ve 2000 yılında (% 11.6) olmuştur. Son yıllarda ülkemizde görülen ihracat potansiyelinin artması ile 2013 ve ilerleyen yıllarda üretimde artış beklenmelidir. Tablo 1.2 Türkiye yongalevha üretim ithalat ve ihracat miktarları gösterilmiştir.

Tablo 1.2 Türkiye yongalevha üretim, ithalat ve ihracat miktarları (FAO 2013).

Yıllar	Üretim(m ³)	İthalat(m ³)	İhracat(m ³)
2000	1884000	219000	32000
2001	1664000	33000	64000
2002	1999000	77000	99000
2003	2300000	156000	111800
2004	2700000	272791	172419
2005	2890000	270736	284227
2006	2750000	179000	178000
2007	3047000	190000	231000
2008	3181000	239000	320000
2009	2350000	244000	254000
2010	3100000	367000	264000
2011	3620000	332000	317000

1.7 TÜRKİYE'DE YONGALEVHA ÜRETİM TEKNOLOJİSİ

Ülkemizde yongalevha sektöründe faaliyet gösteren fabrikalarda tek ve çok katlı sıcak presler 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 SO, C/Siemp, M/Bison, MO/Siemp, MO/Dieff , SO/Dieff , C/Küsters, Multiple Lines , MO/Siemps, MO/Pagnoni, SO/Dolavets, SO/Motala, C/Metso. Markalarıdır. Piyasadaki levha kullanım standartlarına göre preslerde de genişlik sınıflandırılmıştır. Türkiye'de genelde kullanılan üç tip pres boyutu vardır. Bunlar (1830x3660 mm), (2100x2800 mm), (2100x2750 mm)' dir. Avrupa'daki standart ölçüler ise (1830x5680 mm), (2150x28500 mm), (2530x5560 mm), (2200x43000 mm), (2050x11000 mm), (2100x76500 mm) olarak göze çarpmaktadır.

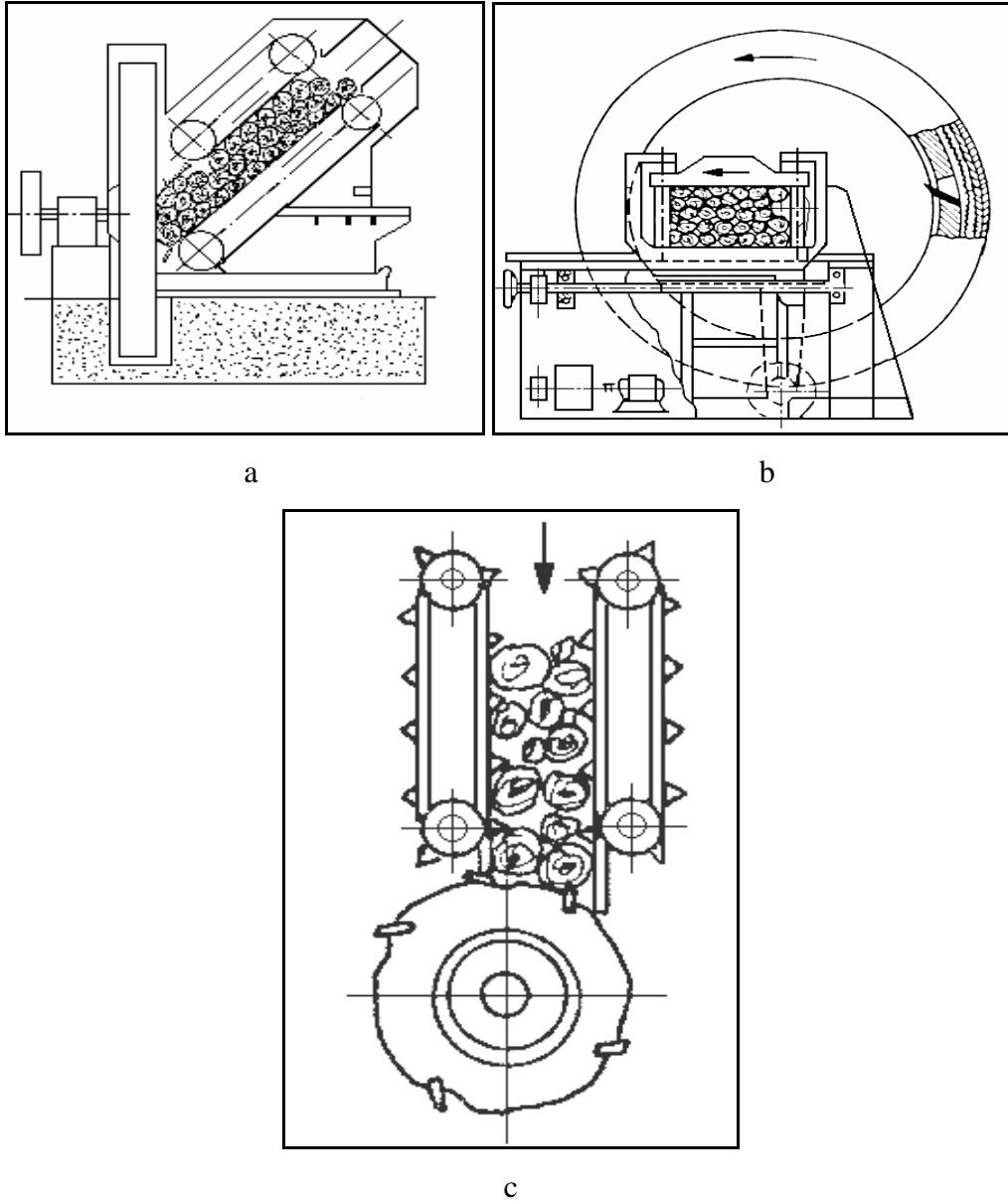
1.7.1 Yatay Preslenmiş Yongalevha Üretim Tekniği

Mobilya üretim sektöründe en çok 0.590–0.800 g/cm³ (orta) yoğunluktaki yatay preslenmiş yongalevhalar kullanılmaktadır (Göker 2000). Ebat olarak ülkemizde büyük firmalar 2100x3660 mm ebatlarını tercih etmektedirler. Küçük firmalar ise daha çok 2100x2800 mm ve 2100x2750 mm ebatlarını mobilya üretimlerinde kullanmaktadırlar.

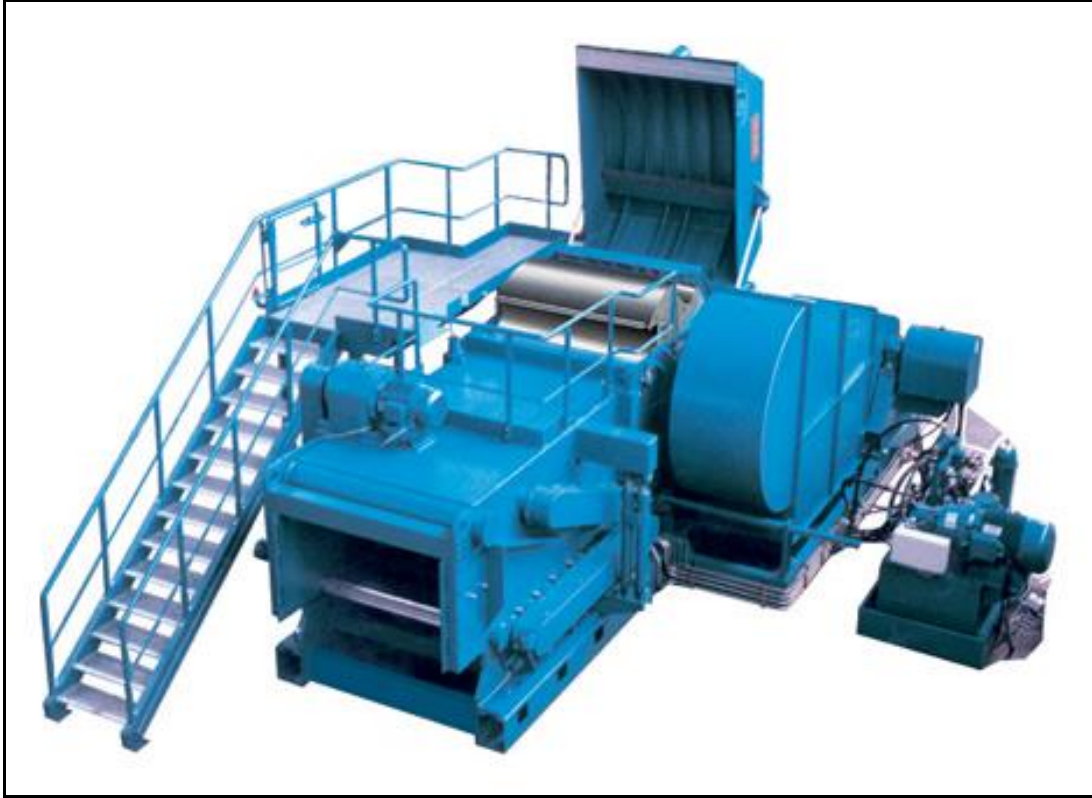
1.7.1.1 Yonga Hazırlama

Yongalevha üretiminde kullanılan yongaların boyutları ve geometrisi, levha özelliklerini önemli derecede etkileyen faktörlerdir. Bu yüzden yongaların uygun boyutlarda hazırlanması büyük önem taşır. Levhaların dış ve orta tabakalarında kullanılan yongaların büyüklük ve biçimleri de farklıdır. Bu farklılıklardan dolayı tabakalar ayrı ayrı hazırlanmalıdır. Dış tabakalarda kullanılacak yongaların ince, homojen bir yapıya sahip olması gerektiğinden daha çok kaliteli odun türlerinden elde edilirler. Orta tabakalarda kullanılacak yongalar ise daha kalın olduklarından, nispeten daha düşük kalitede odunlardan hazırlanabilirler (Bozkurt ve Göker 1985). Yongalar kesme, kırma veya ezme yöntemleri ile elde edilir. Yongaların kalitesi genel olarak levha kalitesini de etkilediğii için, kesme şeklinde üretilen yongalar dış tabakalarda, kırma şeklinde üretilen yongalar orta tabakalarda kullanılırlar. Yonga hazırlama iki sistemle yapılır. Birincisinde kaba yongalar elde edildikten sonra değirmenlerde veya ince yongalama makinelerinde işlenilerek kullanma uygun hale getirilir. İkinci yöntemde yuvarlak odunlardan, levha yapımına uygun uzunluk ve kalınlıkta fakat geniş yongalar edilir. Bu yongalama türüne normal yongalama denir. İstendiğii takdirde bu yongalarda değirmenlerde ufalanarak kullanılır (Bozkurt ve Göker 1985). Yongalama işlemi için odunların rutubeti % 30–60 arasında olmalıdır. Rutubet % 30' un altına düştüğünde geniş yüzeyli yonga oranının azaldığı, küçük yüzeyli yonga oranının arttığı yapılan araştırmalarla tespit edilmiştir. Rutubet miktarı % 60' ı geçtiğinde ise elde edilen yongaların yüzeyleri liflenerek tutkallamada sorunlara yol açmakta, dolayısı ile elde edilecek levhaların direnç özelliklerinde azalma meydana gelecektir (Bozkurt ve Göker 1985). Yongalama işleminde çok değişik türde yongalama makineleri kullanılmaktadır. Şekil 1.1'de değişik yongalama makineleri görülmektedir. En çok kullanılanlar, diskli veya silindirli yongalama makineleridir (Bozkurt ve Göker 1985). Kaba yongalama makineleri en çok odun endüstri artıklarının yongalanmasında kullanılır. Bu makineden elde edilen yongaların boyları 0.60–23 mm arasında değişir. Bu makinelerden çıkan yongalar, diskli veya elekli değirmenlerden

geçirilerek levha üretimine uygun boyutlara getirilirler. Kaliteli yongalevha üretimi için elde edilen yongaların iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması gereklidir. Bu yüzden dış tabakalarda kullanılacak yonga kalınlıkları 0.15–0.25 mm, orta tabakalarda kullanılacak yonga kalınlıkları 0.3–0.5 mm arasında olmalıdır. Şekil 1.1’ de primer yongalama makinesi (Haker) gösterilmiştir (URL–3, 2013).



Şekil 1.1 Değişik tipte yongalama makineleri: a) Diskli eğik beslemeli b) Santrfüjlü c) Silindirik (Burdurlu 1994).



Şekil 1.2 Primer yongalama makinesi (URL-3, 2012).

1.7.1.2 Yongaların Kurutulması

Yongalevha üretiminin en önemli aşamalarından birisi yongaların kurutulmasıdır. Hazır hale gelen yongalarda rutubet miktarı % 10–200 oranında değişebilir. Yongaların bu rutubet oranlarında kullanılması, elde edilecek yongalevha kalitesini olumsuz olarak etkiler. Bu yüzden yongalevha içerisindeki yongaların rutubet miktarı homojen bir yapıda olmalıdır. Presten çıkan yongalevhanın rutubetine bağlı olarak yongaların % 3–6 rutubete kadar kurutulması gerekmektedir (Bozkurt ve Göker 1985).

Presleme tekniği açısından dış ve orta tabakalardaki yongaların rutubet oranları farklı olmalıdır. Dış tabakalar sıcak pres yüzeyi ile doğrudan temas edeceğinden rutubet miktarı daha fazla olmalıdır. Böylelikle presleme esnasında dış tabakadaki su hızla buharlaşırken, bu buharlaşma ısının orta tabakaya transferini kolaylaştırır ve dış tabaka yongaları plastikleşerek, düzgün kapalı bir yüzey elde edilir. Sıcak buhar etkisi ile direnci azalan dış tabaka yongaları daha iyi sıkışarak yoğunluğu buna bağlı olarak eğilme direnci artar. Dış tabaka rutubetinin fazla oluşu presleme süresini uzatmaz, aksine ısı transferi kolaylaşacağından süre kısalmır (Bozkurt ve Göker 1985).

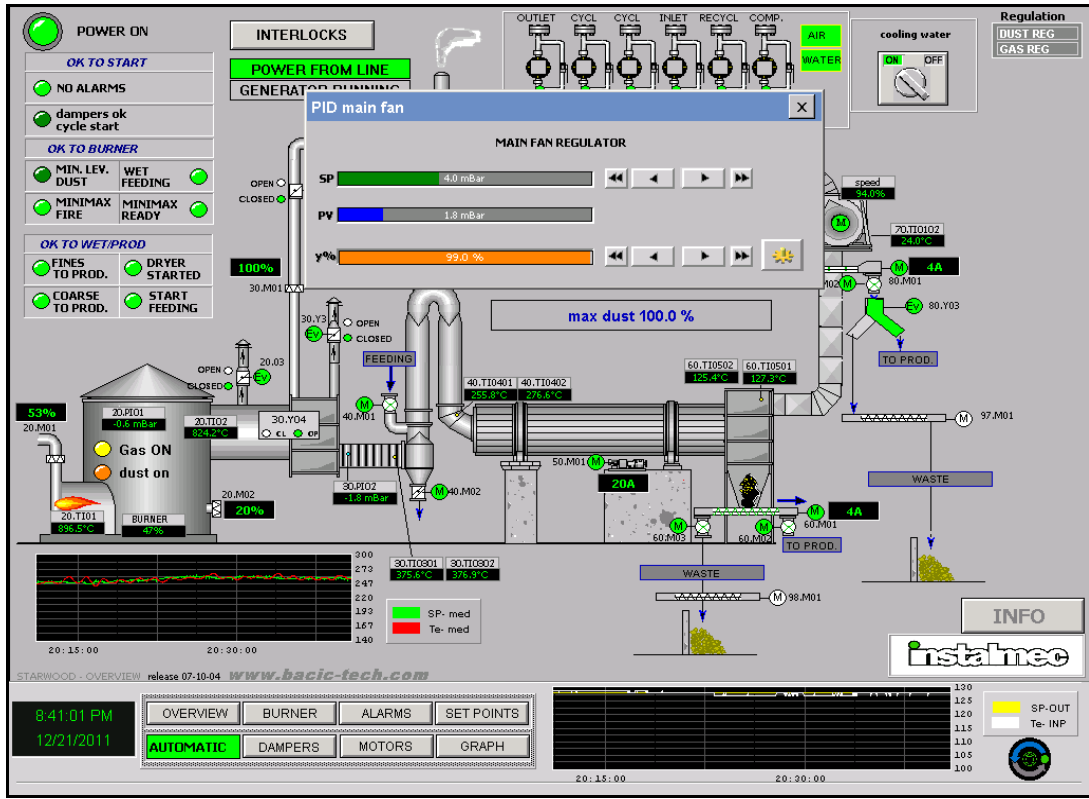
Yongaların kurutulma süreleri, yonga boyutlarına, ağaç türlerine, özgül ağırlıklarına, yongaların başlangıç rutubet miktarlarına bağlıdır. Ayrıca kurutma makinelerinin çalışma sisteminin de kurutma süresine büyük etkisi vardır. Kurutma makinelerinde ısı transferi doğrudan temas, konveksiyon veya radyasyon yolu ile olabilir. Çok değişik tipte kurutma makinesi mevcuttur. En önemlileri:

- Döner silindirik kurutucular,
- Çok bantlı kurutucular,
- Kontak kurutucular,
- Tribünlü kurutucular,
- Yanık gaz kullanılan kurutucular,
- Süspansiyon tipi kurutucular (Bozkurt ve Göker1985).

Şekil 1.3' de tek geçişli tamburu kurutucu resmi (URL-3, 2013) ve Şekil 1.4' de otomasyon şeması gösterilmiştir (Starwood 2012).



Şekil 1.3 Tek geçişli kurutma tamburu (URL-3, 2013).

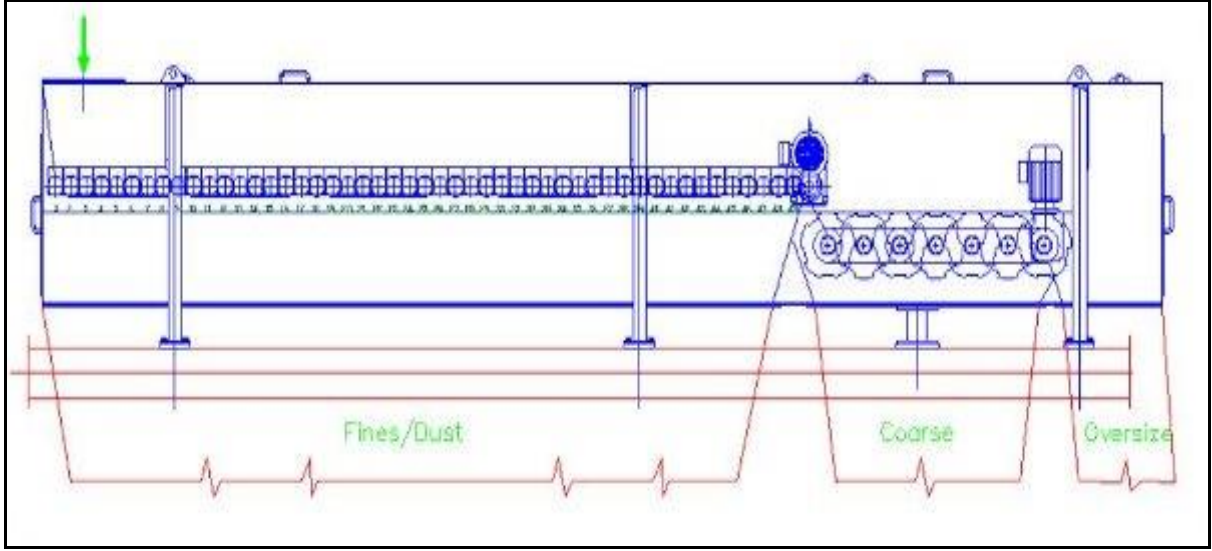


Şekil 1.4 Kurutma istasyonu otomasyon şeması (Starwood 2013).

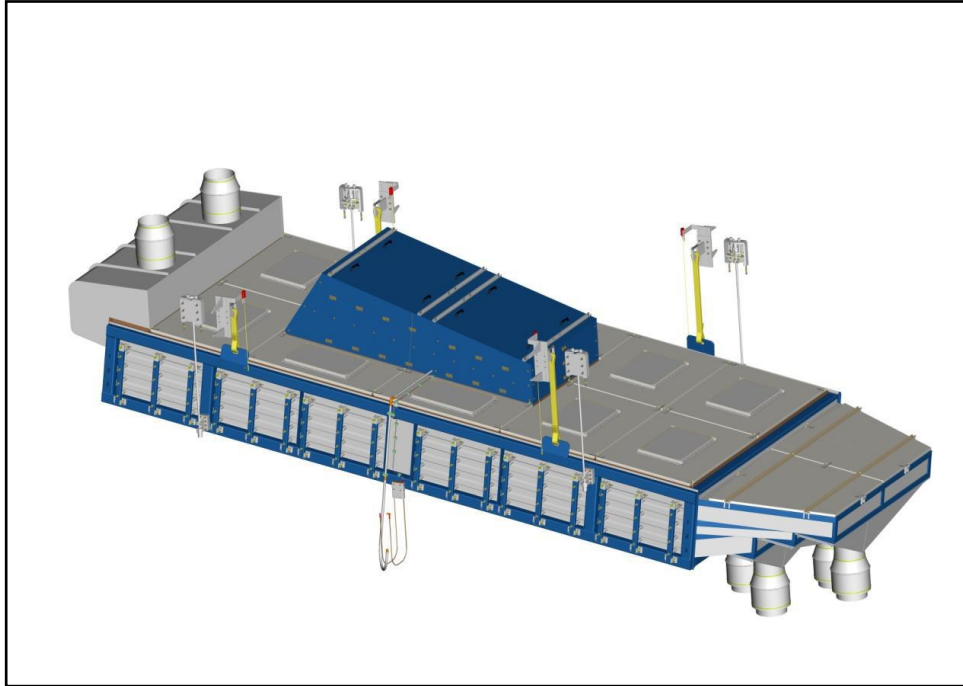
1.7.1.3 Yongaların Sınıflandırılması

Yongalama makineleri ne kadar gelişmiş olursa olsun homojen boyutlarda yonga üretimi yapılamamaktadır. Değişik boyutlarda elde edilen yongalar karışık halde yongalevha üretiminde kullanılırsa yüzey düzgünlüğü bozulur ve porozite artar. Çok kaba yongalar orta kısımda toplanarak, levha kenarlarının kaplanmasını olumsuz yönde etkiler. Ayrıca çok küçük veya toz halindeki parçacıkların elimine edilmeden kullanılması durumunda bu parçacıklar çok fazla tutkal absorbe edeceğinden dolayı, yongalevhanın mekanik ve fiziksel dirençlerini düşürürler. Bu nedenle yonga boyutlarında bir sınıflandırmaya gitmek zorunluluk haline gelir. Sınıflandırma genellikle kurumadan sonra yapılır. Kurutulmadan sınıflandırmaya çalışıldığında, ince yongalar kaba yongalara yapışarak sınıflandırmanın gerektiği gibi yapılamamasına neden olur. Sınıflandırma, mekanik elekler veya pnömatik makinelerle yapılır. Günümüzde yongalar çoğunlukla pnömatik havalandırma sistemleri ile süspansiyon, püskürtme ve rüzgârla sınıflandırma olmak üzere üç değişik şekilde sınıflandırılır (Bozkurt ve Göker 1985). Sınıflandırma tamamlandıktan sonra çok ince, toz halindeki yongalar elimine edilir. Çok kaba yongalar tekrar ufalanmak üzere diskli veya elekli değirmenlere geri gönderilir. Geriye kalan yongalar en az ikiye ayrılarak; ince yongalar levhanın dış

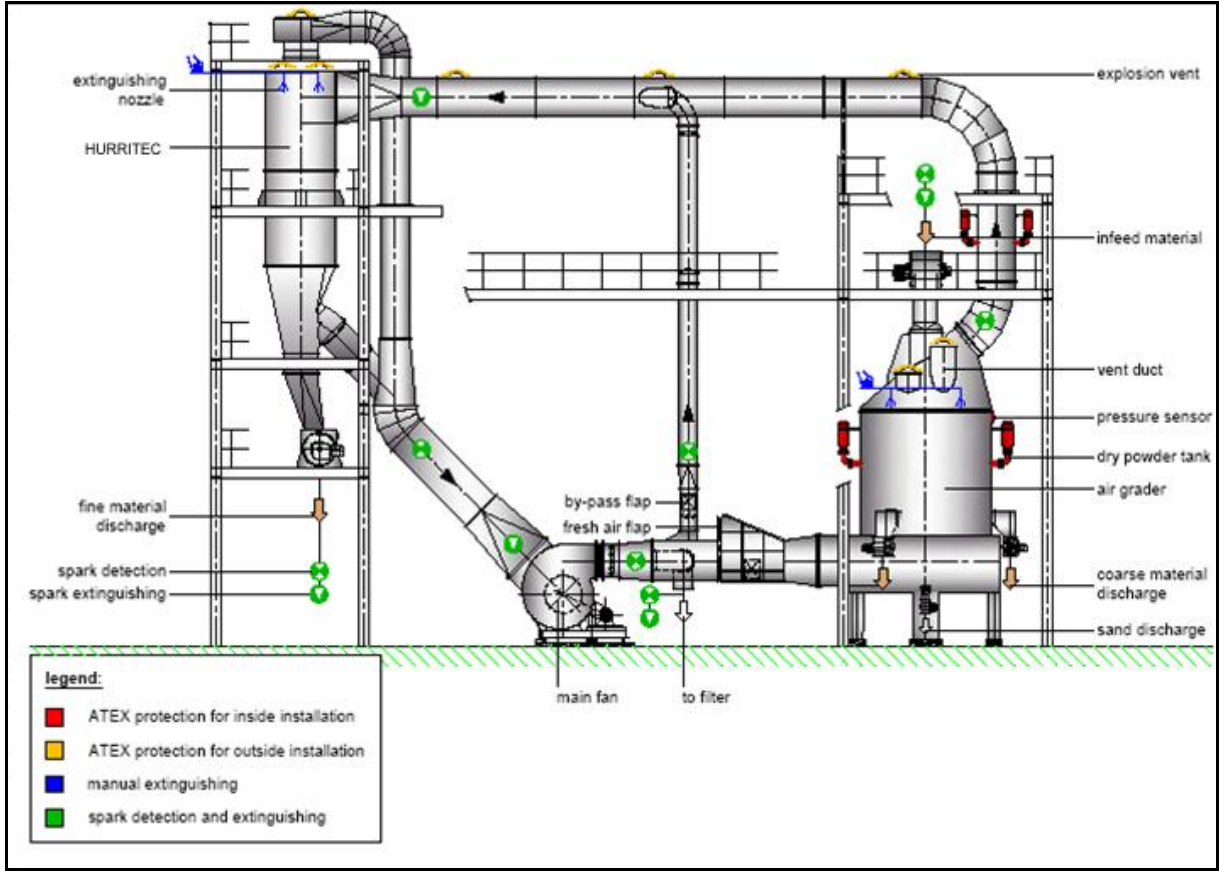
tabakalarında, kaba yongalar orta tabakalarda kullanılmak üzere ayrı ayrı depolanır (Akbulut 2000). Kurutma öncesinde yaş yongaların tasnif edilmesinde kullanılan diskli elek şeması Şekil 1.5’ de verilmiştir (URL-3, 2013). Kurutma sonrası yongaların tasnif edilmesinde kullanılan sarsak elek şekil 1.6’ de (URL-3, 2013) ve havalı ayırıcı Şekil 1.7’ de gösterilmiştir (URL-3, 2013).



Şekil 1.5 Yaş yonga diskli eleği (URL-3, 2013).



Şekil 1.6 Kuru yonga sarsak eleği (URL-3, 2013).

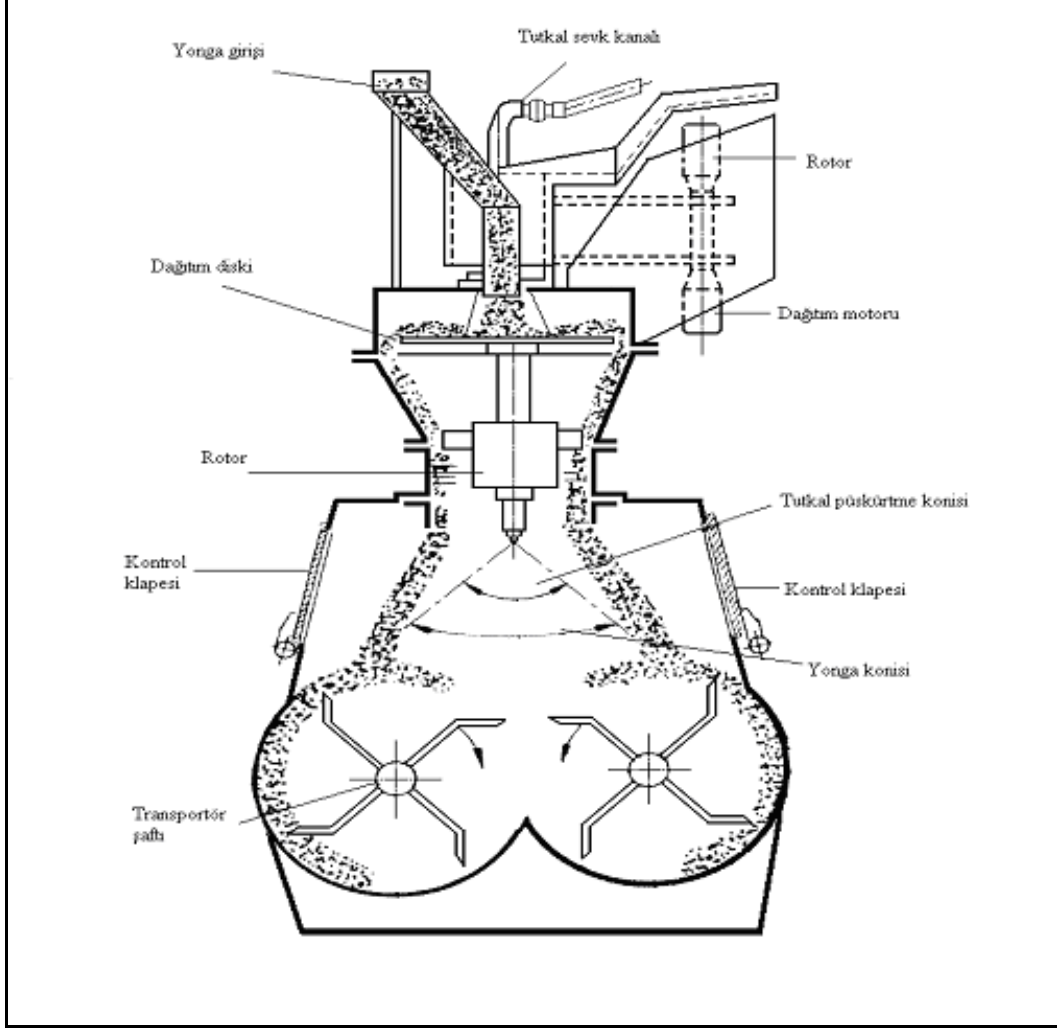


Şekil 1.7 Kurutma sonrası havalı yonga ayırıcı (URL-3, 2013).

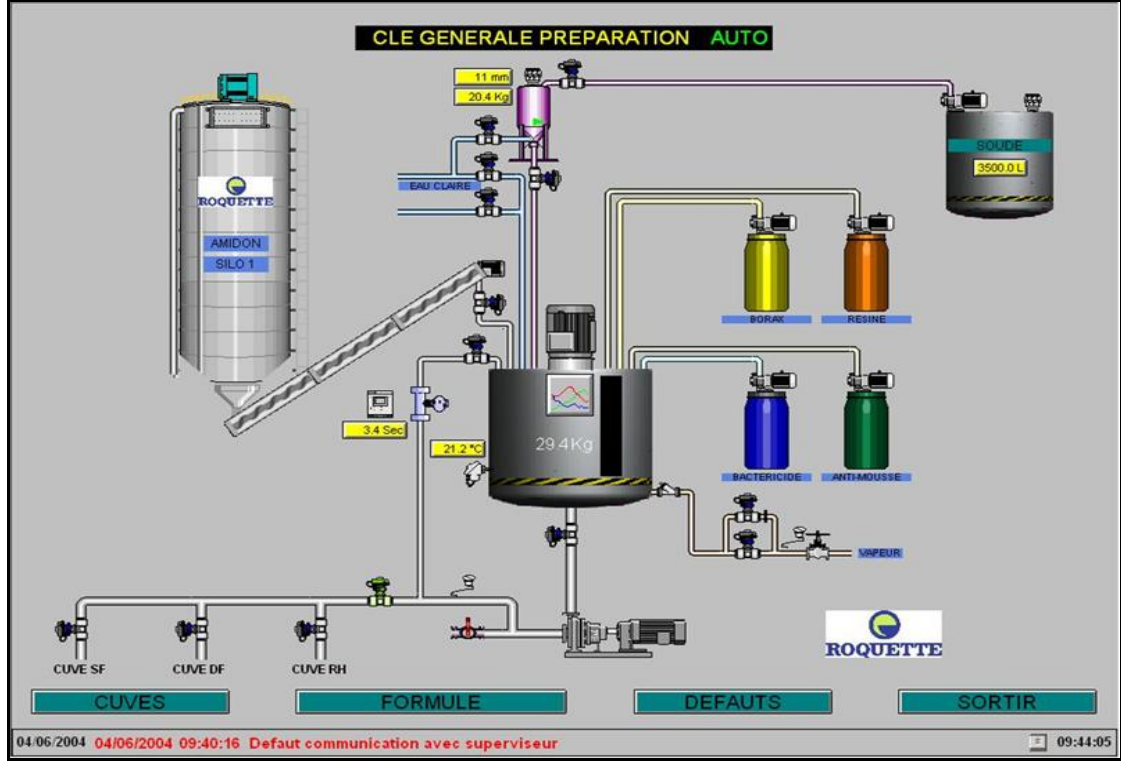
1.7.1.4 Yongaların Tutkallanması ve Katkı Maddelerinin Eklenmesi

Yongalevha üretiminde yongaların tutkallanması, yongalevhannın mekanik ve fiziksel direnç özelliklerini doğrudan etkilediği için önemli bir husustur. Tutkalın olabildiğince homojen bir şekilde, bütün yonga yüzeyini kaplaması, elde edilen yongalevhannın direnç özelliklerini artırır. Kullanılan tutkal miktarı da, levha direnç özelliklerine etki eden bir diğer etmendir. Yongaların tutkallanmasında kullanılacak tutkal miktarı kuru yonga ağırlığının % 4–12’ si arasında değişir. Dış tabakalarda kullanılan yongalar, orta tabakalarda kullanılan yongalara göre daha ince olduklarından spesifik yüzey alanları daha fazladır. Dolayısıyla dış tabakalarda kullanılacak tutkal miktarı da daha fazla olacaktır (Akbulut 2000). Katkı maddelerinden serleştirici ve parafın, tutkal karıştırma makinelerinde tutkala ilave edilirler. Koruyucu ve yanmayı geciktirici diğer katkı maddeleri ise bazen tutkal karıştırma makinelerinde tutkala veya üretim hattının bir başka yerinde tutkal–yonga karıştırıcısına ilave edilirler (Akbulut 2000). Tutkallamanın homojen şekilde yapılabilmesi için değişik sistemler geliştirilmiş olmasına karşın en uygun sistem noktasal tutkallamadır. Bunun için havalı girdaplı enjektörler veya yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörlere sahip bulunan makineler

kullanılmaktadır. Şekil 1.8’ de bir tutkallama makinesi görülmektedir. Tutkallamanın homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama makinelerinin içinde yongalara çeşitli hareketler verilir veya homojenleştirme depolarında dış ve orta tabakada kullanılacak yongalar ayrı ayrı karıştırılır (Nemli 2000). Şekil 1.9’ de tutkallama otomasyon şeması gösterilmiştir (URL-4, 2013)



Şekil 1.8 Tutkallama makinesi (Bozkurt ve Göker 1985).



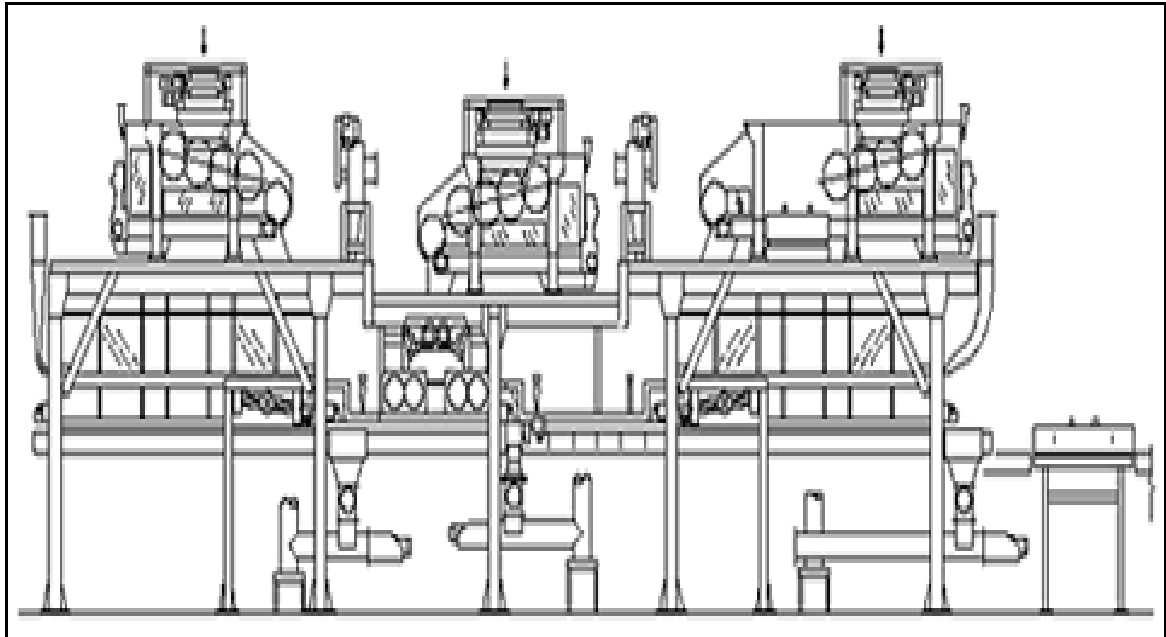
Şekil 1.9 Tutkal hazırlama otomasyon şeması (URL-4, 2012).

1.7.1.5 Yonga Taslağının Oluşturulması (Serme)

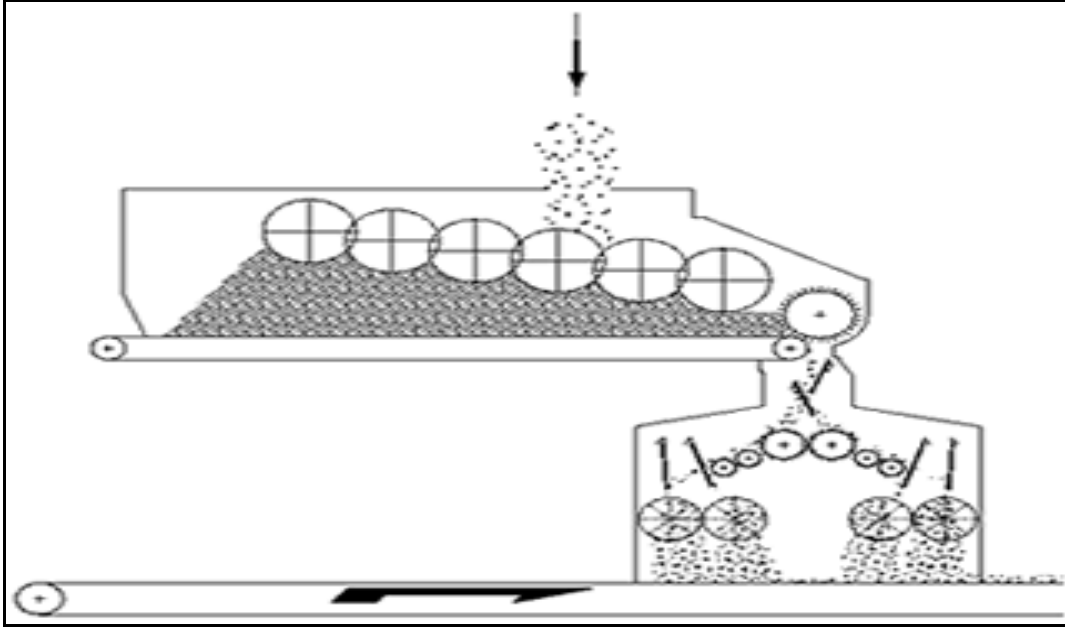
Tutkallama makinelerinden çıkan yongalevhaların homojen bir taslak halinde serilmesi ve presleme işlemine hazır hale getirilmesi yongalevha üretiminin en önemli aşamasıdır. Serme işleminin uygun bir şekilde yapılmaması sonucu meydana gelebilecek bir hata, levhanın fiziksel özelliklerin ve özellikle özgül ağırlığının değişmesine, buna bağlı olarak da uygun preslemenin yapılamamasına neden olacaktır. Özgül ağırlıktaki değişiklikler; levhanın mekanik özelliklerinin değişmesine neden olmakla birlikte, bundan daha çok çarpılma ve eğrilmeler meydana getirmesi bakımından da önemli bulunmaktadır. Serme işleminde amaç mümkün olduğunca üniform bir taslak elde etmektir. Yongalevhalarda özgül ağırlık levhanın bütününde aynı olmalıdır (Bozkurt ve Göker 1985). Tek tabakalı homojen levhalarda yongaların serme işlemi, ince ve kaba yongaların karışık olarak serilmesi şeklinde olmaktadır. Çok katlı veya katları belirsiz levhalarda ise ayrılmış yonga büyüklüklerini koruma açısından uygun serme başlıkları kullanılmaktadır. İnce ve kaba yongalar; ağırlık, hacim ve hacim ağırlık olmak üzere üç değişik esasa göre dozajlanır. En iyi ve en çok kullanılan dozajlama yöntemi hacim-ağırlık esasına göre yapılan yöntemdir (Akbulut 2000). Yongaların serilmesinde değişik sistemlerle çalışan birçok makine geliştirilmiştir. Genel olarak serme

makineleri üç sisteme göre çalışırlar. Dökme sistemi; novapan olarak bilinen bu sistemde, üç tabakalı bir levha için en az üç serme başlığı kullanılır. Bunlardan ikisi dış tabakalarda, diğeri orta tabakada kullanılacak olan yongaların serilmesinde kullanılır. Rüzgârlama sistemi; düşmekte olan yongalara dik yönde hava püskürtülerek çalışan bu sistemde; ağırlığı fazla olan yongalar daha yakına, az olanlar ise daha uzağa olmak üzere, serme başlıklarının altında bulunan sonsuz banda veya transport saçlarına düşürülürler. Bu şekilde taslağın enine kesitinde, taslağın ortasına kadar inceden kalına doğru kademesiz bir geçiş sağlanır. Taslağın diğer yanın oluşması için de birincinin aksi yönde hava püskürtülerek taslak tamamlanır. Bison sistemi olarak da bilinmektedir. Savurma sistemi; bu sistemde de yongalar Bison sistemine benzer şekilde bant üzerine düşmektedirler, fakat burada hava yerine yongaların bir silindir tarafından fırlatılması söz konusudur. Yongalar kinetik enerjilerine göre az veya çok yol alarak, bant üzerine düşerler (Bozkurt ve Göker 1985).

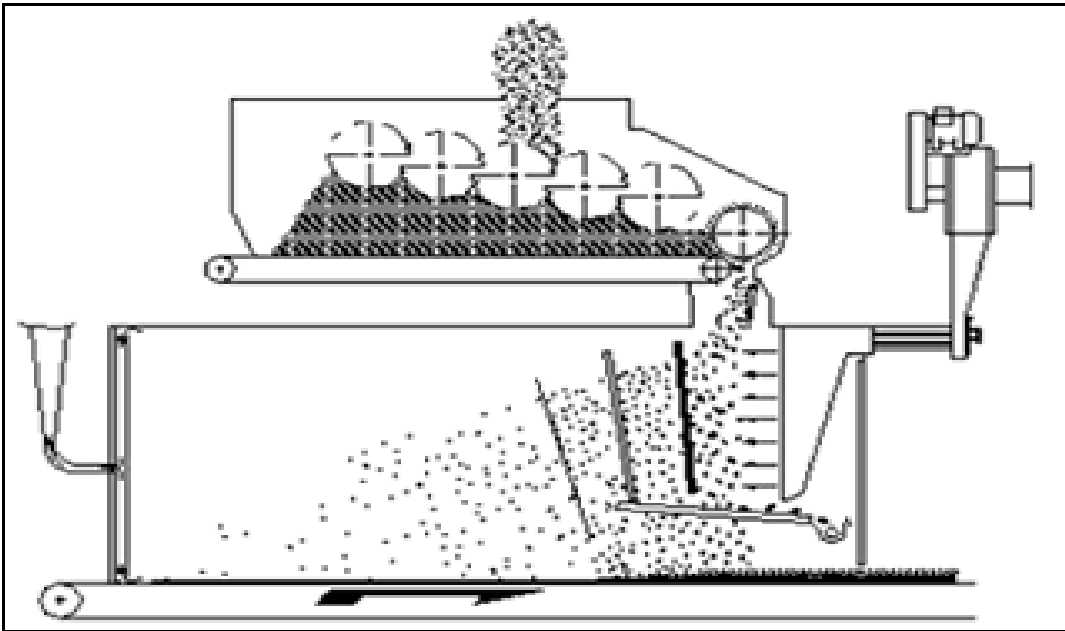
Serme işlemi bittikten sonra levha taslağının prese taşımanın sarsıntısız bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Aksi takdirde ince yongalar aşağı doğru kayarak alt tarafta kalan dış tabakada toplanır; levha simetrisini bozar ve bu da levha dirençlerini etkilemektedir (Bozkurt ve Göker 1985). Serme işlemi sonsuz bant üzerine yapılmaktadır. Günümüzde gelişmiş form istasyonları kullanılmaktadır. Form istasyonu genel görüntüsü Şekil 1.10'da gösterilmiştir. Yapılan serme işlemleri orta tabaka için Şekil 1.11'de ve yüzey tabaka serme makinesi Şekil 1.12'de gösterilmiştir (URL-3, 2013)



Şekil 1.10 Yonga taslağı serme istasyonu (URL-3, 2012).



Şekil 1.11 Orta tabaka yonga taslağı serme istasyonu (URL-3, 2013).



Şekil 1.12 Yüzey tabaka yonga taslağı serme istasyonu (URL-3, 2012).

1.7.1.6 Yongalevhaların Preslenmesi

Yongalevha üretim tesislerinde iki presleme esasına göre üretim yapılmaktadır. Yatık preslenmiş levhalarda yongaların uzunlukları levha yüzeyine paralel, dikey preslenmiş levhalarda ise yonga uzunlukları levha yüzeyine dik şekilde yerleştirilmiştir. Bu çalışmada yatay preslenmiş levhalar kullanıldığından dolayı burada yatay presleme sistemleri

anlatılmıştır. Yongalevhaların presleme aşaması ön presleme (soğuk) ve sıcak presleme olarak iki kısım da olur (Akbulut 2000).

1.7.1.7 Ön Presleme (Soğuk Pres)

Serme işleminde keçe oluşturulurken kenarların düzgün bir şekilde olması ve böylelikle 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. Yine ön presleme sayesinde sıcak preslerde pres plakalarının fazla açılması önlenmiş olur. 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 (Akbulut 2000). 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 silindirlere oluşan ön presler de vardır. Fasilalı ve fasılasız olarak çalışırlar (Bozkurt ve Göker 1985). Şekil 1.13’de Siempelkamp marka ön pres gösterilmiştir (URL–5, 2013).



Şekil 1.13 Siempelkamp marka ön pres (URL–5, 2013).

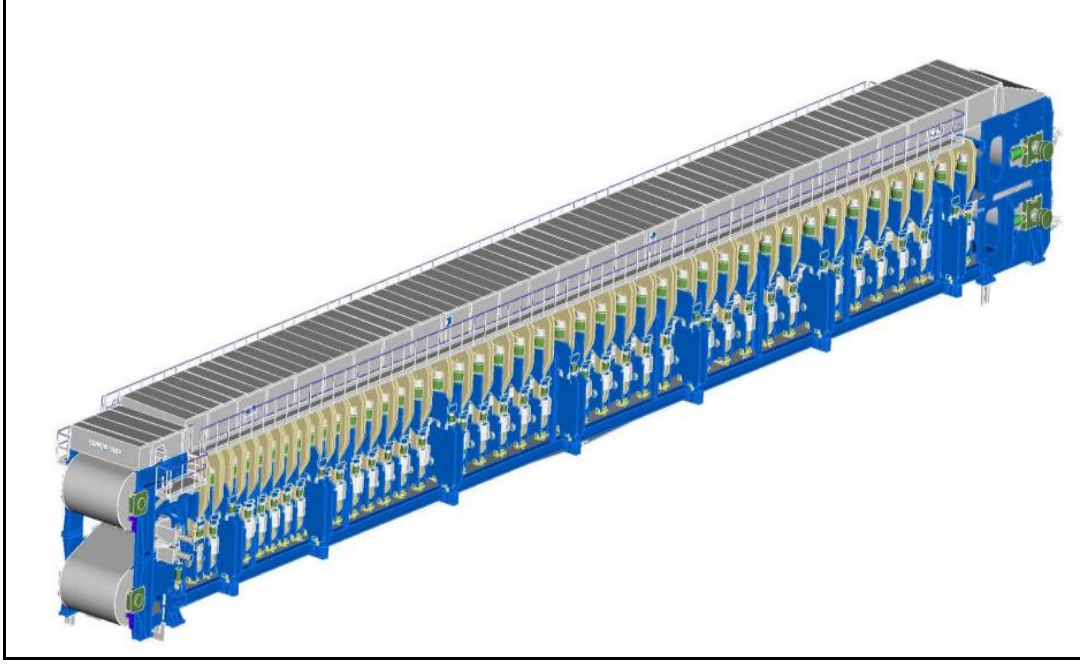
1.7.1.8 Sıcak Presleme

Yongalevha taslağı, levha özelliğini ancak sıcak preslerde preslendikten sonra kazanır. 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 (Bozkurt ve Göker 1985).

Sıcak presler fasıllı ve fasılsız olmak üzere iki sistemle çalışırlar. Fasılsız preslerde taslak sonsuz bir bant şeklinde üretilir. Fasıllı presler klasik preslerdir. Bunlarda üretim levha şeklindedir. Tek katlı veya çok katlı olanları vardır. Çok katlılarda pres katı sayısı 2–22 arasında değişir. 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 (Akbulut 2000).

Fasıllı preslerde basınç hidrolik olarak sağlanır. Uygulanan basınç, levha kalınlığına, özgül ağırlığına göre yaklaşık $20\text{--}35 \text{ kg/cm}^2$ dir. Pres sıcaklığı, kullanılan tutkal türü ve levha kalınlığına bağlı olarak $150\text{--}220 \text{ }^\circ\text{C}$ arasında değişmektedir. Pres plakaları genellikle sıcak su veya son zamanlarda sık kullanılan kızgın yağlarla ısıtılır. Su buharı ile ısıtma yapılabilir de sık kullanılan bir yöntem değildir. Presleme süresi tutkalın çeşidine ve levha kalınlığına göre 3–7 dakika arasında değişir (Özen 1980).

Presin kapanma süresi elde edilecek yongalevha direnç özelliklerini büyük ölçüde etkiler. Bu sürenin kısa olması dış tabakaların yoğunluğunun yüksek, orta tabaka yoğunluğunun nispeten düşük olmasını sağlar. Presleme süresine bağlı olarak, pres basıncı ile levhanın dış ve orta tabakaları arasındaki sıcaklık ile yoğunluk farkları yüzey düzgünlüğü ve eğilme direncini arttırmakta, fakat yüzeye dik çekme direncini azaltmaktadır. Spesifik basıncın, ya da presleme süresinin yetersiz olması levhaların patlamasına neden olur (Özen 1980). Şekil 1.14'de Diffenbacher marka son sistem conti-roll pres gösterilmiştir (URL-3, 2013).



Şekil 1.14 Dieffenbacher conti-roll sıcak pres (URL-3, 2012).

1.7.1.9 Bitirme İşlemleri

Preslemeden önce ve presleme sırasında yapılan işlemler elde edilecek yongalevhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin standartlara uygun olmasını sağlarlar da, bu özelliklerin korunması ve düzeltilmesi için preslemeden sonra da birçok işlem yapmak gereklidir (Bozkurt ve Göker 1985).

1.7.1.10 Levhaların Klimatize Edilmesi

Presten çıkan yongalevhalar birkaç günden on beş güne kadar değişen bir süre palet üzerinde bekletilir. Sertleşme ve kondisyonlama şeklinde ifade edilen, kimyasal ve fiziksel değişimlerin yaşandığı bu süre içinde levhaların rutubet miktarı dengeleri oluşur. Bu bekleme süresince, özellikle üre formaldehit tutkalı ile yapıştırılmış levhalar, rutubet etkisiyle bozulmamaları için üst üste istiflenmezler. Eğer üst üste istifleme yapılırsa levhaların yüzeye dik çekme dirençlerinde % 40' a varan azalmalar olur (Bozkurt ve Göker 1985). Ayrıca presten çıkan yongalevhaların dış tabakalarındaki sıcaklık, pres plakalarındaki sıcaklıkla aynı olmasına karşın orta tabakadaki sıcaklık 100 °C'nin biraz üzerinde bulunur. Soğuma sırasında dış tabakalar hızla soğurken orta tabaka daha yavaş soğur. Bunun sonucunda kuru olan dış tabaka atmosfer ve orta tabakadan rutubet alarak genişlerken, rutubetli olan orta tabaka

rutubetini dış tabakalara vererek daralır. Bu nedenle oluşan iç gerilim levhanın deforme olmasına neden olur. Bütün bu sakıncaları ortadan kaldırmak için en uygun yöntem, presten çıkan yongalevhaların klima odalarında çok yavaş soğutulmalarıdır (Bozkurt ve Göker 1985).

1.7.1.11 Boyutlandırma

Yongalevhalar soğutulduktan sonra daire testere makineleriyle belirli standartlara uygun boyutlara getirilir (Akbulut 2000). Ülkemizde pres genişlikleri 1830 mm veya 2100 mm'dir. Piyasanın ihtiyacına göre ise levhalar diyagonal daire testereler ile uzunlukları 1830 mm, 2750 mm, 2800 mm ve 3660 mm olarak boyutlandırılmaktadırlar.

1.7.1.12 Zımparalama

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

1.7.1.13 Sınıflandırma ve Depolama

Presten çıktıktan veya zımparalama işleminden önce kalınlıkları ölçülen yongalevhaların ölçüleri kalınlıklarına yazılır. Kalınlık sapmaları ± 0.3 mm' den fazla olanlar ikinci sınıf olarak işlem görürler. Zımparalamadan sonra sadece yüzey görünümüne göre sınıflara ayrılarak, düz bir altlığın üzerine üst üste istiflenirler ve belli sayıda bandajlanarak satılırlar (Bozkurt ve Göker 1985).

1.8 YONGALEVHANIN BAZI ÜSTÜN ÖZELLİKLERİ

Bu üstünlükleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Göker 2000).

- Odunun bütünü yongaya dönüştürülerek hiç fire vermeden istenilen boyutta levha üretilebilir.

- Yongaların boyutu ve pozisyon açısından istenilen şekilde yönlendirilmesi ile elde edilecek levhanın istenilen yönde dayanımı sağlanabilir.
- Presleme sırasında ya da öncesinde yongalara hidrofobik özellikler katılabilir.
- Yongalar yangına, böcek ve mantarlara karşı koruyucu maddelerle emprenye edilebilir.
- Çok geniş yüzeyli, arzu edilen kalınlıkta ve özel amaçlı levha üretilebilir.
- Kalıp içerisinde taslak oluşturmayla şekil verilmiş yongalevhalar üretilebilir.
- Ağaç malzeme tutkalları ile kaplanma levhaları kullanmak (Lamine edilmek) suretiyle oldukça iyi özellikler verirler.
- Basınçla preslenmiş plastik malzemeler ve ağaç kaplama levhaları ile örtülmüş yongalevhaların yüzey işlemleri oldukça kolaydır.
- Makinelerle islenme özelliklerinin iyi olması, frezelerle lamba zıvana, matkap ile kolayca işlenebilmesi.
- Yüksek devirli şerit ve daire testerelemlerle islenme esnasında düzgün kesit yüzeyleri verir. Akustik özellikleri iyidir.
- Levhaların islenmesi esnasında zayıyatı düşük, iş verimi yüksektir.
- Yüzeyleri çeşitli ağaç kaplamalar ve laminatlarla kaplanmak suretiyle çekici görünüş elde edilebilir. Aynı zamanda fiziksel özellikler de iyileştirilebilir.

1.9 TÜRKİYE'DE ÜRETİLEN YONGALEVHALARIN KALİTE PROBLEMLERİ

Özellikle ülkemizde mobilya endüstrisinde modüler mobilya Mutfak Mobilyalarında ve benzerlerinde Üre-Formaldehit tutkalı ile tutkallanmış genel amaçlar için üretilmiş yatay preslenmiş yongalevhalar kullanılmaktadır. Kaliteli yongalevhalar öncelikle üç şart aranmaktadır. Bunlar hafiflik, direnç ve boyut-şekil değişmezliği olarak bilinen stabilitelendir (Masraf 2005).

Genelde yukarıda bahsi geçen üç şarta ilaveten levhalarda yüzey düzgünlüğünün, alt ve üst yüzeyde görünümün yeknesak olması, yüzey yoğunluğunun levha orta kısımlarına nazaran belirgin şekilde daha fazla olması, levha özgül ağırlığının, kalınlığının, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin ve boyutlarının standardının öngördüğü sınır değerleri içerisinde bulunması, masifleşecek levha kenarlarının düzgün kesilmiş ve ince tektürlü olması, gevrek bulunması da istenmektedir (Masraf 2005).

Mobilya üretiminde genelde amaca uygun şekilde boyutlandırılmış yongalevhaların yüzeyleri değişik maddelerle kaplanmakta ve kenarları masiflendirilmektedir. Burada önemli olan husus yongalevhanın üst tabakalarının yüzey kalitesi ve sertliğidir. Genelde yongalevhanın kaliteleri üzerine etki eden faktörler aşağıda verilmiştir. Bunlar;

- Kullanılan yonganın büyüklüğü
- Kullanılan yonganın yüzey özelliği
- Kullanılan yonganın yapışma özelliği
- Üretimde kullanılan tutkalın miktarı
- Üretimde kullanılan tutkalın dağılımı
- Tutkalın viskozitesi
- Yonga rutubeti
- Sıcak presin ısı miktarı ve uygulanan basınç
- Presleme süresi (Göker 1995; Masraf 2005).

1.10 YONGALEVHANIN TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Yongalevhanın teknolojik özelliklerini etkileyen faktörler genel olarak hammadde türü, yonga boyutu ve rutubeti, pH değeri, tutkalın türü ve miktarı, pres koşulları v.b olarak sıralanabilir.

1.10.1 Dış Tabaka Yonga Kullanım Oranı

Ağırlık olarak dış tabaka yonga kullanım oranının arttırılmasıyla; hem levhaların yüzey düzgünlüğü hem de fiziksel ve mekanik özellikleri iyileşir (Akbulut, 1995).

Yapılan bir çalışmada dış tabaka yonga kullanım oranının % 30'dan % 45'e yükselmesi eğilme direnci ve elastikiyet modülünü arttırmıştır. Fakat yüzeye dik çekme direnci üzerinde bir etkiye sahip değildir. Bu iyileşmenin nedeni yüzey tabakalarında daha fazla yonga kullanılması sonucu daha sıkı bir yapı oluşmasındandır (Bardak 2010). Yüzeye dik çekme direnci orta tabaka yongaları arasındaki yapışma direncine bağlı olduğu için dış tabaka yonga kullanım oranının artması yüzeye dik çekme direncini etkilememiştir (Nemli vd. 2003).

1.10.2 Hammadde ve Yongaların Rutubet Miktarı

Hammadde ve yongaların rutubet miktarı yongalevha üretim teknolojisine etkileri; düzgün yüzeyli yongalar üretmek için hammadde odun rutubetinin % 30–60 arasında olması öngörülmektedir. Rutubet miktarı % 30' un altında olursa yongalama ve elemelerde toz miktarı artar ve çok kuru yongalar çok tutkal emer ve yapışma zayıf olur. % 60' ın üzerinde olması durumunda ise, yongaların yüzeyleri pürüzlü olur, kurutma sırasında enerji sarfiyatı artar ve bu pürüzlü yüzeyler çok fazla tutkal emilmesine neden olduğundan yüzeylere tutkal kalmaz ve yapışma zayıf olur (Bardak 2010).

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

Levha Taslağı rutubeti belirli sınırlar içerisinde olmalıdır. Taslak rutubeti yüksek olursa; presleme sırasında levhalarda patlama meydana gelir. Taslak rutubetinin çok az olması durumunda ise preslemeden sonra levhalar gevrek kırılğan bir yapıda olur.

Yüzey tabakalarındaki yonga rutubetinin % 18–20 olması halinde maksimum eğilme direncine ulaşılmaktadır. Levhaların direncinde bu iyileşmenin nedeni rutubetin plastikleştirme etkisidir (Kollmann vd. 1975).

1.10.3 Emprenye İşlemi

Yongaların emprenye edilmesi yongalevhanın mekanik özellikleri üzerinde olumlu bir etki meydana getirmektedir. Eğilme direnci ve elastikiyet modülündeki iyileşmenin nedeni emprenye işleminden sonra levha yoğunluğunun artmasıdır, yüzeye dik çekme direncindeki artışın nedeni ise; emprenye maddesinin yongaları yumuşatması sonucu yongaların daha fazla tutkal emmesidir (Var vd. 2002).

1.10.4 Yonga Serme İşlemi

Yongalevha endüstrisinde serme işlemi rüzgârla serme ve dökme olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır. Rüzgârlı serme işlemi sırasında orta tabaka yongaları içerisindeki ince yongalar rüzgarın etkisi ile dış tabaka yongalarına karışmaktadır. Böylece rüzgârlı sermede yüzey tabakalarının ağırlığı artmış dolayısıyla özgül ağırlığı da yükselmiştir. Orta tabaka yonga ağırlığı ise azalmış dolayısıyla yoğunluğu düşmüştür. Kalınlığa şişme miktarı rüzgarla serme işleminde daha yüksektir. Bunun nedeni; orta tabaka yongaları içerisindeki ince yongaların dış tabakaya karışması sonucu orta tabaka yongaları arasında boşluk miktarının artması ve suyun difüzyonunun kolaylaşmasıdır. Eğilme direnci ve elastikiyet modülü rüzgârla sermede daha yüksektir. Bu durum eğilme direnci ve elastikiyet modülünün yüzey özgül ağırlığına bağlı olmasından kaynaklanmaktadır. Yüzeye dik çekme direnci ise orta tabaka özgül ağırlığına bağlıdır. Bundan dolayı yongaların dökülerek serilmesinde yüzeye dik çekme direnci daha yüksek olmaktadır (Demirel 2006).

1.10.5 Yonga Geometrisi

Yonga geometrisi; yongalevhaların teknolojik özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yonga kalınlığı belirli bir seviyede tutulmalıdır. Çok ince yongalar çok çabuk kırıldığından levha direnci azalır. Çok kalın yongalar kullanılması durumunda ise yongalar arasında boşluk fazla olmakta ve dirençler azalmaktadır. Narinlik oranı (yonga uzunluğu/yonga kalınlığı) 100–150 civarında olan yongalar en iyi üretim sonuçlarını vermektedir. Levhanın direnç değerlerinin yüksek ve boyut stabilitesinin iyi olması için; ince, üniform kalınlıkta, düzgün yüzeyli ve narinlik derecesi yüksek olan yongaların kullanılması gerekir (Göker ve Akbulut 1992).

1.10.6 Tutkal Türü ve Miktarı

Fenolik tutkallar ve izosiyanat tutkalı dış hava koşullarına dayanıklıdır. Dış mekânlarda kullanılacak yongalevhalar da bu tutkallar uygundur. Bununla birlikte izosiyanat yapıştırıcısının pahalı oluşu ve proses tekniği bakımından meydana gelen bazı sorunlar nedeniyle halen geniş ölçüde endüstriyel bir uygulaması yapılamamaktadır (Deppe ve Ernst 1973). Üre formaldehit tutkalı ise suya ve rutubete karşı dayanıksız olup bu tutkal kapalı mekânlarda kullanılmalıdır (Göker ve Akbulut 1992). Melamin formaldehit tutkalı ise üre

formaldehit tutkalına benzer fakat suya karşı daha dirençli olması, ısı stabilitesinin daha yüksek olması ve düşük sıcaklıklarda sertleştirici katılmaksızın sertleşebilmesi gibi bazı avantajları mevcuttur. Melamin formaldehit tutkalının en önemli kullanım alanı üre formaldehit tutkalına karıştırılarak kullanılmasıdır. Üre formaldehit tutkalına % 25–75 oranında karıştırıldığında suya karşı yeterince dayanıklı olabilmektedir (Huş 1997).

Kullanılan tutkal miktarı belirli bir sınırdan fazla olmak koşulu ile yongalara ne kadar çok tutkal karıştırılırsa levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri o derecede iyileşir. Ancak levhanın maliyetinde tutkalın katkısı % 25–30 oranında olduğundan fazla tutkal kullanmanın maliyeti arttırıcı bir etkisi görülür (Huş 1979). Yapılan bir çalışmada ayçiçeği saplarından üretilen yongalevhelerde tutkal kullanım oranının artmasıyla mekanik ve fiziksel özellikler olumlu yönde etkilenmektedir (Bektaş vd. 2002). Yapılan bir başka çalışmada tutkal içeriğinin % 9’ dan % 10’ a çıkarılmasıyla yongalevhanın direnç özelliklerinin arttığı ve kalınlığın şişme miktarının azaldığı görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh 2008).

Tutkalın yongalar üzerine uygulanma şeklide direnç özelliklerine etki etmektedir. Yongaların tutkallanması sırasında, tutkal taneciklerinin büyüklüğü ve yongalar üzerine üniform bir şekilde dağılması yongalar arasındaki yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. Küçük tanecikler daha iyi yapışma alanı oluştururlar ve bunun sonucunda direnç özellikleri artar (Göker ve Akbulut 1992).

Tutkal miktarının artmasıyla formaldehit emisyonu olumsuz yönde etkilenmektedir. Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının artması ve yapıştırıcı miktarının azalmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı görülmüştür (Chen vd. 2006).

1.10.7 Permeabilite

Levha üretimi için orta permeabil ağaç türleri tercih edilir. Kullanılan tutkal miktarı sınırlı olduğu için en ekonomik şekilde kullanılmalıdır. Fazla permeabil ağaç türleri tutkal absorpsiyonunu arttırdığından bu ağaç türleri fazla miktarda tutkal emer yonga yüzeylerinde yeterince tutkal kalmaz ve levha özellikleri olumsuz yönde etkilenir. Fakat yonga kurutma süresi kısılacağı için kapasite artacaktır (Lyman 1969). Permeabilitesi az olan türlerde tercih edilmez. Çünkü iyi bir yapışma sağlamak için yongaların biraz tutkal emmesi gerekmektedir.

1.10.8 Kabuk Kullanımı

Kabuk kullanımı yongalevhanın görünüş özelliklerini bozar, direnç özelliklerini düşürür, yüzey pürüzlülüğünü arttırır. Buna rağmen orta tabakanın % 5–10'u oranının da kabuk kullanılması durumunda levhanın direnç özellikleri üzerinde fazla kötü etki yapmamaktadır (Haygreen ve Bowyer 1985). Dış tabaka yongalarına kabuk karıştırılması durumunda ise, levhanın yüzeylerinde lekeler meydana gelmesi nedeniyle görünüş özellikleri bozulur (Huş 1979).

Levha üretiminde odun hammaddesinin kabuk içermemesi istenir. Fakat yongalar kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilmektedir. Kabuk kumlu olmadığı sürece yukarıda belirtilen oranlarda orta tabakada kullanılabilir (Özen 1980).

Yapılan çalışmalarda; ağaç kabuğunun dış tabaka yongalarına değil de, orta tabaka yongalarına belirli oranda karıştırılması veya kabuk ekstratı hazırlanması suretiyle üretilen yongalevhaların standartlarda öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun iyileştiği belirlenmiştir (Chow 1972; Chow ve Pickles 1972; Maloney 1973; Wellons ve Kralimer 1973; Chow 1975; Place ve Maloney 1975; Yemele 1891; Muszynski ve Macnatt 1984; Blanchet Clastier ve Rield 2000; Nemli Kırıcı ve Temiz 2004; Nemli ve Çolakoğlu, Çolak ve Aydın, 2002) Yapılan bir başka çalışmada yongalevhaya % 12 kara ladin kabuğu karıştırılması durumunda şişmenin % 54 azaldığı; % 37 oranında kabuk karıştırılması durumunda ise; şişmenin % 45 arttığı görülmüştür (Yemele, Blanchet ve Cloutier 2008).

1.10.9 pH Değeri

Ağaç türünün pH değeri tutkalın sertleşme süresini etkiler. Bu nedenle hazırlanacak tutkal reçetesi ağaç türünün pH değerine göre ayarlanmalıdır. Üretimde mümkün olduğu kadar aynı hammadde türünün veya pH değerleri birbirine yakın türlerin bir arada kullanılması tercih edilir. Eğer farklı pH değerlerine sahip ağaç türleri kullanılırsa normal olarak tutkala katılacak sertleştirici miktarı; en yüksek pH değerine göre ayarlanmalıdır. Yongalevha üretiminde en iyi yapışma pH'ın 4–5 olduğu aralıkta gerçekleşir (Göker ve Akbulut 1992). PH 4–5 olduğu aralıkta sertleştirici kullanılmazken, ph 4–5' ten küçükse sodyum hidroksit kullanılarak pH 4–

5' e çekilir. PH'ın 4–5' ten büyük olması durumunda ise amonyum hidroksit gibi bir sertleştirici kullanılarak pH 4–5' e düşürülür.

1.10.10 Yonga Elde Edilme Şekli

Kesme suretiyle elde edilen yongaların kullanılmasıyla üretilen yongalevhaların direnci, testere talaşı ve planya artıkları kullanmak suretiyle üretilen yongalevhalarından aynı yoğunluk ve aynı miktarda tutkal kullanılmasına rağmen daha düzgün yonga yüzeyli ve daha üniform yonga elde edildiği için daha yüksektir (Akbulut 1995).

1.10.11 Levha Yoğunluğu

Masif ağaç malzemedede olduğu gibi yongalevhada da yoğunluk; levhanın fiziksel, mekanik ve işlenme özelliklerini etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Levha yoğunluğunun artmasıyla kalınlığına şişme ve boyut stabilitesi hariç olmak üzere diğer bütün özellikleri iyileşmektedir. Özgül ağırlığın artması sonucu yongalar arasındaki temas çok daha güçlü olur (Gündüz ve Masraf 2005).

Levha yoğunluğunun fazla miktarda arttırılması sonucu; daha fazla çarpılma olur, taşıma maliyetleri artar ve levhanın işlenmesi zorlaşır (Maloney 1977). Levha yoğunluğunun artmasıyla daha fazla tutkal kullanıldığından formaldehit emisyonu yükselmektedir.

1.10.12 Odun Özgül Ağırlığı

Özgül ağırlığı yüksek olan odunlar sert olduğundan yongalama güçlüklerine ve makine bıçaklarının sık sık keskinliğini kaybetmesine sebep olmaktadır. Başkaca, preslemede problemler meydana getirmektedir.

Özgül ağırlığı çok düşük olan odun, pahalı bir hammadde olan tutkalı fazla emmesi dolayısıyla maliyeti arttırması ve istenilen boyutlarda (ufalanması nedeni ile) yongalanamamasından dolayı arzu edilmemektedir. Bu nedenlerle yongalevha yapımında kullanılan odunun özgül ağırlığı 400 kg/m^3 ten az ve 700 kg/m^3 ten fazla olmamalıdır (Göker 1978).

1.10.13 Katkı Maddeleri

Levhaların preslenmesi sırasında tutkalın sertleşme süresinin azaltılması, levhaya su itici özellik kazandırılması ve mantara, böceğe karşı dayanım sağlamak için levhaya bazı kimyasal katkı maddeleri katılmaktadır.

Yongalevhelerde tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Kullanılan parafin miktarı % 0.5–1 arasında olmalıdır (Maloney 1977). Daha yüksek oranda kullanılması durumunda levhanın direnç değerleri azalmaktadır.

Yongalevhelerde, bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı, fenol ve pentaklorfenol tuzları, kromlu bakır arsenat (CCA–Tip C) ve amonyaklı bakır arsenik gibi kimyasal maddeler kullanılmaktadır (Kartal ve Clausen 2001). % 1 oranında pentaklorfenol kullanıldığında mantar ve böceklere karşı yeterli koruma sağlanmakta, oran arttırıldığında ise; tutkalın yapışması engellendiğinden yüzeye dik çekme direnci azalmaktadır (Bozkurt ve Göker 1990).

Levhelerde yanmayı önleyici madde olarak borat, bakır, arsenik, çinko, boraks, borik asit ve borat ihtiva eden maddeler kullanılmaktadır. Yongalevha üretiminde amonyum fosfat ve borik asit kullanımının yanmaya karşı dayanım özelliklerini iyileştirdiği belirlenmiştir (Grexa ve Lübke 2001). Levhaların içerisine ilave edilen yanmayı geciktirici maddelerin miktarının fazla olması durumunda; levhanın işlenmesi zorlaşmada, levha rengi koyulaşmakta ve dirençler azalmaktadır (Deppe ve Ernst 1964).

1.10.14 Levha Yüzeylerinin Kaplanması

Yongalevha yüzeyinin lamine ve ahşap kaplama levhalarla kaplanması, levhanın direnç özelliklerine olumlu etki yapacaktır (Bektaş vd. 2002). Yongalevhanın kaplama levhalar ile kaplanması durumunda eğilme direncinin arttığı belirtilmektedir (Chow vd. 1996). Levha yüzeylerinin kaplanmasıyla Levhaya dekoratif bir görüntü sağlanması, Fiziksel ve mekanik özellikler iyileştirmesi, Formaldehit emisyonu azaltılması, Su absorpsiyonu engellenmesi gibi avantajlar sağlanabilir (Nemli 2003).

1.10.15 Ağaç Türü

İğne yapraklı ağaçlar düzgün, ince ve uzun lifler ihtiva ettiklerinden dolayı iğne yapraklı ağaçlardan elde edilen yongalevhaların dirençleri yapraklı ağaçlardan elde edilenlere göre daha yüksektir. Ayrıca iğne yapraklı ağaçlar ekstraktif madde ve doğal reçine ihtiva ettiklerinden dolayı levhaya su iticilik kazandırır, şişme miktarını ve tutkal kullanımını azaltır.

Levha yoğunluğu aynı olması durumunda hafif ağaç türlerinden elde edilen yongalevhaların direnç değerleri ağır ağaç türlerinden elde edilenlere göre daha yüksektir.

Yongalevha endüstrisinde amaç düzgün yüzeyli, direnç değerleri yüksek ve özgül ağırlığı düşük levha üretmektir. Bu bakımdan hammadde kullanımı olarak en ekonomik çare; hafif ağaç türlerinin dış tabakalarda ağır ağaç türlerinin ise orta tabaka da kullanılmasıdır (Göker vd. 1984).

1.10.16 Pres Basıncı

Soğuk pres basıncı yongalevha üretiminde ki önemli ön işlemlerden biridir. Burada amaçlanan levhanın sıcak pres kademesine gidene kadar dağılmadan düzgün bir pasta haline gelmesini sağlamaktır. Nemli ve Demirel'in (2007) yapmış oldukları çalışmada soğuk pres basıncının levhanın fiziksel, mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmış $7,5 \text{ kg/cm}^2$ ' den 15 kg/cm^2 ' ye çıkarılmasının levhanın eğilme direnci, elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme direnci ve kalınlığa şişme özelliklerini olumlu yönde etkilediği, 15 kg/cm^2 ' den 20 kg/cm^2 ' ye çıkarılmasının ise yongalevhanın özellikleri üzerinde etkili olmadığını ve 15 kg/cm^2 ' lik soğuk pres basıncının yeterli olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bunun nedeni; levhanın yüzey ve orta tabakalarının daha iyi kenetlenmesi, dik durumdaki yongaların yatay duruma gelmesi ve ince yongaların alt tabakalara hareketinin önlenmesidir (Kalaycıoğlu 1991).

Pres sıcaklığı, pres süresi ve pres basıncının artırılmasıyla yongalevhaların teknolojik özellikleri iyileşmektedir. Yapılan bir çalışmada; pres süresinin 4 dakikadan 5 dakikaya çıkarılması sonucu; yongalevhanın mekanik özellikleri ve kalınlığa şişmesi olumlu yönde etkilenmiştir. Dört dakika pres süresi uygulandığında orta tabakaya yeterli derecede sıcaklık transfer edilememiş bunun sonucunda da orta tabakada tutkal yeterince sertleşmemiştir. Beş

dakika pres süresi uygulandığında ise orta tabakada tutkal yeteri derecede sertleştiği görülmüştür (Ashori ve Nourbakhsh 2008).

1.10.17 Odunun Anatomik Yapısı

İlkbahar odunundan elde edilen yongalevhaların direnç değerleri yaz odunundan elde edilenlere göre daha yüksektir. Bunun nedeni; ilkbahar odununun daha düzgün yüzeyli, ince ve uzun yonga vermesidir. Yaz odunu ise kaba yonga verdiği için direnç değerleri ilkbahar odununa göre düşük çıkmaktadır. Aynı zamanda ilkbahar odunu inçe çeperli geniş lümenli hücrelerden oluşur. Yaz odunu ise kalın çeperli dar lümenli hücrelerden oluşur (Örs ve Keskin 2001). Bundan dolayı ilkbahar odunundan üretilen yongalevhalar daha az çalışır.

Öz odunu yongalama sırasında kaba yonga vermektedir. Diri odun bunun tersine ince ve düzgün yonga vermektedir. Bundan dolayı diri odundan üretilen yongalar daha iyi sıkışır ve bu yongalardan üretilen levhalarında direnç değerleri daha yüksek olmaktadır. Ayrıca öz odun kısmında ekstraktif maddelerin biriktiği belirtilmektedir. Ekstraktif maddeler tutkal tüketimi ve tutkalın sertleşmesi üzerine önemli bir rol oynamakta ve yapışmayı güçleştirmektedir. Bu da eğilme direncini düşürmektedir (Merev 2003; Aydın 2005; Sivrikaya 2008). Fakat öz odunu ekstraktif maddelerce yoğun olduğu için bu oduna su iticilik kazandırmakta, bundan dolayı öz odundan üretilen levhalar diri odundan üretilenlere göre daha az çalışır. Yapılan bir çalışmada diri odundan imal edilen yongalevhaların daha yüksek değerde eğilme direncine sahip oldukları ortaya konulmuştur (Roffael ve Dix 1994).

Dağınık traheli ağaçlarda traheler homojen boyutta ve yıllık halka içerisinde düzenli dizilmişlerdir. Halkalı traheli ağaçlarda ise trahe hücreleri farklı boyutlarda ve düzensiz dizilmiştir (Örs ve Keskin 2001). Bu yüzden dağınık traheli ağaçlardan üretilen levhaların dirençleri daha yüksektir.

1.10.18 Odunun Kimyasal Yapısı

Odunun kimyasal bileşiklerinden selüloz eğilme ve çekmeye, lignin ise basınca karşı dirençlidir. Lignin iğne yapraklı ağaçlarda % 20, yapraklı ağaçlarda % 30 oranında bulunur (Örs ve Keskin 2001). Yapılan bir çalışmada okaliptüs ve çim kesme artıklarından yapılan yongalevhaların mekanik özellikleri karşılaştırılmış. Lignin oranı yüksek fakat holoselüloz

oranı düşük çim kesme artıklarından yapılan yongalevhaların mekanik özelliklerinin holosülüz oranı yüksek okalıptüs odunundan yapılan yongalevhalarından daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Nemli vd. 2009).

1.10.19 Odun Kusurları

Levha üretiminde kullanılacak odun çürüklük içermemelidir. Lif ve yonga odununda budak, çatlak ve lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunabilir (Özen 1980). Odunda çürüklük bulunması yonga elde edilirken çok miktarda toz oluşumuna neden olmaktadır (Huş 1979). Bu durum levha içerisindeki tozların çok ince olmasından dolayı çabuk kırılmasına ve levhanın mekanik özelliklerinin düşmesi sonucunu doğurmaktadır.

1.10.20 Odun Tozu Kullanımı

Yongalevhada hem dış hem de orta tabakada normal yongalar arasına % 5–10 oranında toz karıştırılması durumunda; yongalar arasındaki temas arttığından levha özellikleri iyileşmektedir. Daha yüksek oranda kullanılması durumunda ise levha özellikleri olumsuz yönde etkilenmektedir (Akbulut 1995).

1.10.21 Sertleştirici Türü

Yongalevha üretiminde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir. Üre formaldehitin kullanımında, mutlaka bir katalizör maddeye ihtiyaç vardır. Yongalevha üretiminde; (üre formaldehit tutkalı için) en uygun sertleştirici amonyum klorürüdür. Nadiren de olsa amonyum sülfat'ta kullanılır. Ancak, bu durumda meydana gelen asit (H_2SO_4) uçucu olmadığından levha taslağına eşit olarak dağılmaz ve yeknesak bir sertleşme meydana gelmez (Gündüz ve Masraf 2005).

1.10.22 Özgül Ağırlık Profili

Levha kalınlığı içerisindeki özgül ağırlıktaki değişim, özgül ağırlık profili olarak adlandırılmaktadır.

Özgül ağırlık profilinin olması levhanın eğilme direnci ve elastikiyet modülünün artması, daha sonra uygulanacak yüzey işlemleri için düzgün yüzey oluşturması ve sertliği artırması gibi iyileştirici özelliklere sahiptir.

Yüksek özgül ağırlık profilinin olması yani dış tabakaların yoğunluğunun çok orta tabaka yoğunluğunun çok düşük olması halinde yüzeye dik çekme direnci azalmakta ve levhanın kenar düzgünlüğü bozulmaktadır (Göker ve Akbulut 1992).

1.11 YONGALEVHALARLA İLGİLİ STANDARTLAR ve TEST METOTLARI

Ahşap Esaslı Levhalar– Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi: Bu standart, ahşap esaslı levhaların özellikleri hakkında bilgi elde etmek için deney numunelerinin seçimi, kesimi, deney sonuçlarının gösterilmesinde bazı kuralları kapsar (Anonim-6 1999). Ahşap Esaslı Levhalar – Numune Alma, Kesme ve Muayene Bölüm 3: Sevk Edilen Levhaların Muayenesi: Bu standart, sevkiyatı yapılan levhaların, tedarikçiler tarafından belgelendirilen özelliklerinin talep edilen değerlere uygunluğunu veya sözleşmede belirtilmiş olan bir ya da daha fazla özelliğinin standartlara uygun olup olmadığının belirlenmesinde kullanılır (Anonim-7 1999). Bu standart TS EN 309’da tanımlanan düz preslenmiş veya merdane ile preslenmiş, yüzeylendirilmemiş yongalevhalarla dair gerekleri kapsar. Bu standardın yapı uygulamaları için EN 13986’da atıfta bulunulmuştur. Bu standartta belirtilen mamüllere EN 13986’da reçine ile yapıştırılmış yongalevhalar olarak atıfta bulunulmuştur. Bu standartta sıralanan değerler ürün özellikleri ile ilgilidir. Ancak tasarım hesaplamalarında kullanılacak değerler değildir (Anonim-2 2012).

Ahşap Esaslı Levhalar–Rutubet Miktarının Tayini: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçasının, rutubet miktarı tayini metodunu kapsar. Rutubet miktarının, deney parçasından numune alındıktan hemen sonra tartılan kütlesi ile (103 ± 3) °C.’de değişmez kütleye kadar kurutulduktan sonra tartılan kütlesi arasındaki farkın, kurutulduktan sonraki kütleye oranının yüzde olarak hesaplanmasıdır (Anonim-8 1999). Ahşap Esaslı Levhalar – Birim Hacim Ağırlığının Tayini: Bu standart, ahşap esaslı levhaların deney parçalarının, birim hacim ağırlığının tayin edilmesi metodunu kapsar. Birim hacim ağırlığı; her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır (Anonim-9 1999).

Ahşap Esaslı Levhalar – Eğilme Dayanımı ve Elastikiyet Modülü Tayini: Bu standart, anma kalınlığı 3 mm.’ ye eşit ve 3 mm.’ den daha büyük olan ahşap esaslı levhaların eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayin edilmesi metodunu kapsar. İki mesnet üzerine serbest şekilde yerleştirilen bir deney parçasına, orta yerinden bir kuvvet uygulanarak, eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülü tayin edilir. Elastikiyet modülü, kuvvet (yük)–sehim diyagramının doğru oranlılık bölgesi içerisinde kalmak kaydıyla deney parçasına giderek artan bir kuvvet uygulanması esnasında net eğilme sahasındaki sehim ölçülmek suretiyle tayin edilir (Anonim-10 1999).

Yongalevhalar ve Lif Levhalar–Su İçerisine Daldırma İşleminden Sonra Kalınlığına Şişme Tayini: Bu standart, yatık yongalı veya dik yongalı yongalevhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, su emme ve kalınlığına şişme miktarının tayini metodunu kapsar (Anonim-11 1999).

Yongalevhalar ve Lif Levhalar–Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini: Bu standart, yongalevhalar, lif levhalar ve çimentolu levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini metodunu kapsar. Deney parçalarının yüzeyine, dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir (Anonim-12 1999).

Çimentolu Yongalevhalar–Özellikler: Bu standart kuru, nemli ve dış şartlarda kullanılan normal portland çimentosu (NPC) ile yapıştırılmış yongalevhaları için gerekleri kapsar. Bu standartta ayrıca bazı uygulamalar için tamamlayıcı özelliklerle ilgili ilave bilgide verilmiştir (Anonim-13 2009).

Bu standart, kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan kalıplanmış yongalevhalar için gerekleri kapsar. Kuru şartlar havadaki rutubet oranının yalnızca yılın birkaç haftasında % 65’i geçtiği ve sıcaklığın 20 derece olduğu bir ortam içerisindeki malzemenin rutubet miktarı ile karakterize edilmiştir. ENV 1995–1–1’deki servis sınıfı 1’e tekabül eden ortamlar. Bu tip levhalar yalnızca EN 325–3’e göre 1 derece tehlike arz eden alanlarda kullanıma uygundur (Anonim-14 2008).

BÖLÜM 2

MATERYAL VE METOT

2.1 MATERYAL

Bu çalışmada silan (2–aminoetil–3aminopropil trimetoksi silan) kullanılarak üretilen yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri kontrol levhaları ile karşılaştırılmıştır. Çalışmada kullanılan yonga ve tutkal gibi maddeler Yıldız Entegre Bolu/Mudurnu şubesinden temin edilmiştir. Yongalar kuru yonga silosundan alındıktan sonra naylon poşetlere konulmuş yongaların rutubet almaması için ağızları sıkıca kapatılmıştır. Deneme levhalarının üretimi Bartın Üniversitesi laboratuvarında tek katlı hidrolik laboratuvar tipi preste yapılmıştır. Levhalar klimatize edildikten sonra paketlenerek yıldız entegre mudurnu şubesine götürülerek laboratuvar koşullarında belirlenen testler yapılmıştır.

2.1.1 Yonga Temini

Deneme levhalarının üretiminde % 85 çam, % 15 kavak odunlarından elde edilen yongalar kullanılmıştır. Kullanılan yongalar Yıldız Entegre Mudurnu şubesinden temin edilmiştir.

2.1.2 Tutkal

Levhaların üretiminde % 65 konsantrasyonda Üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Tutkal formaldehit emisyon sınıfı E2' dir. Tutkalın jell–time süresi 35 sn olarak ölçülmüştür. Viskozitesi 450 cp, yoğunluğu 1.281 gr/cm³, pH değeri 8.2 olarak tespit edilmiştir.

2.1.3 Sertleştirici

Sertleştirici olarak % 33 konsantrasyonda hazırlanan Amonyum sülfat % 1 oranında kullanılmıştır. Sertleştiricinin azot oranı % 21 olarak temin edilmiştir. Sertleştirici direk olarak tutkal içerisine karıştırılarak levha üretim aşamasına geçilmiştir.

2.1.4 Silan

Silan Wacker firmasından temin edilmiştir. Silan doğal amino asit yapısı itibari ile kimyasal bağ yapabilme özelliği güçlü, organik ve inorganik moleküllerle bağ yapabilme gücü yüksek bir kimyasal maddedir. Silan kendiliğinden metanol salınımı yapabilme özelliğine sahiptir. Silan molekülleri Siloksanları'ı oluştururlar veya inorganik moleküllere bağlanarak farklı moleküller oluştururlar. Berrak açık sarı renkli oda sıcaklığında sıvı haldedir. Silan sayısız organik polimerlerle de bağ yapabilme özelliğine sahiptir. Bu özelliği ile organik bileşikler ile inorganik bileşikler arasında köprü görevini üstlenmişlerdir.

Silan piyasada ticari ismi Geniosil GF9 olarak anılmaktadır. Kapalı Kimyasal formülü $C_8H_{22}N_2O_3Si$ 'dir. Organik kimyada adlandırılması, N-(2-Aminoetil)-3-aminopropil trimetoksi silan şeklinde yapılmaktadır. Silanın bazı karakteristik özellikleri tablo 2.1'de gösterilmiştir (EP 2012).

Tablo 2.1 Silan (GENİOSİL GF9) karakteristik özellikleri.

Fiziksel Özellikleri	Değeri
Molekül ağırlığı	222.4
Kaynama noktası (16hPa)	>147 °C
Yoğunluğu (25 °C)	1.03 gr/cm ³
Etkin madde (Amino Silan)	>98
Alevlenme noktası	>100 °C
Tutuşma sıcaklığı	>300 °C
Kırılma indeksi (20 °C)	1.445

Silan kendine özgü bazı özellikleri ile sentetik tutkalların yapışma özelliklerini artırmakta ve kullanıldıkları ürünlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yanında su itici özellikte olmasından dolayı fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir. Silan ile muamele edilmiş ürünlerin korozyon özelliklerinde de iyileşme görülmektedir. Silan aşılı bazı polimerlerin vizkosite ve yapışma özellikleri araştırılmış ve silan muamele edilmiş yüksek sıcaklıkta sertleşen sentetik yapıştırıcıların yapışma özelliklerini iyileştirdiği tespit edilmiştir (EP 2012). Silan ayrıca solvent kullanılan sanayi ürünlerinde düşük maliyet ve çevreye karşı daha olumlu

etkilerinden ve kullanıldığı ürünlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmesinden dolayı solvante karşı alternatif ürün olmuştur (EP 2012).

Silan genel uygulama alanları tekstil sektörü, plastik sektörü, cam sektörü, conta üretim sektörü, sentetik reçine üretimi, boya sektörü vb. birçok sektörde kullanılmaktadır. Kumaşlarda pürüzsüz ve parlak yüzey elde edilmesinde silandan faydalanılmaktadır. Cam sektöründe ve diğer sektörlerde yüksek polimerizasyon özelliğinden dolayı dolgu maddesi olarak ve su itici özelliğinden faydalanılmaktadır. Özellikle sentetik tutkallarda tutkalin yapışma özelliğini artırarak mekanik özelliklerin iyileştirilmesini ve bu sayede de su iticilik özelliklerinin de artmasını sağlamaktadır.

Organofonksiyonel silan, merkez silikon atomuna bağlı hem organo fonksiyonel grubu hem silikon fonksiyonel grubu içeren çift fonksiyonlu bir bileşiktir. Bu özelliğinden dolayı da ahşap sektörünün yanı sıra pek çok diğer sektörde de kullanılmaktadır. Günümüzde ahşap sektöründe sistematik bir araştırması yapılmamıştır (Kloeser 2010).

Silan silikon bazlı bir organik bileşiktir. Karbon katalizatörlüğünde elektro termik reaksiyon sonucunda silikat tuzunun (SiO_2) saf Si haline dönüştürülmesi ile elde edilir. Bu işlemde oksijen atomu yüksek sıcaklık altında karbon atomundan ayrılır. Organo–fonksiyonel silanın ham maddesi saf silisyumun saf hidrojen kloritle reaksiyonuyla oluşan tri–klorosilan’dır (HSiCl_3). Tri–klorosilan organo–fonksiyonel gruba hidrolizasyon, esterifikasyon veya substitasyon ile dönüştürülebilir. Basit formülü $\text{Y}-(\text{CH}_2)_n-\text{SiX}_3$ burada $n=0-3$ ile gösterilir.

Merkez silikon iki farklı fonksiyonel gruba ayrılmıştır. Organo–fonksiyonel grup olan Y kuvvetli bir bağ oluşturur. Polimerlerin kuvvetli adhezyon bağları bu şekilde oluşur. Bu grupları amino, epoksi, vinil, medakrilik ve mercapto gurupları oluşturabilir. X fonksiyonel grubu inorganik bileşiklerle veya diğer silikofonksiyonel gruplarla kuvvetli bağlanarak polisiloksan bağ yapıları oluşturabilir (Kloeser 2010).

Tutkal içerisine ilave edilerek kullanılan silan kullanılan tutkal miktarında % 4’lük azalma sağlayabilmektedir. Ayrıca pres sıcaklığı 215 °C iken pres süresini 15 s/mm azaltabilmektedir. Bu değerlerde üretilen levhaların European standard EN 622–5 [MDF] (DIN 1999) standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir (Kharazipour vd. 2007).

Üre formaldehit tutkalı ve fenol formaldehit Tutkalı içerisinde % 1 konsantrasyonda silan ilavesi yapıldığında tutkalın vizkositesinde % 31 düşme tespit edilmiştir (Kharazipour vd. 2007).

2.1.5 Deneme Levhalarının Üretilmesi

Temin edilen yongalar ve diğer kimyasallardan Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği kompozit levha laboratuvarında 60 mm x 60 mm tabla boyutlarına sahip sıcak pres kullanılarak deneme levhaları üretilmiştir. Tutkalın yongalara karıştırılmasında tutkal karıştırma mikseri kullanılmıştır. Üretilen levhaların yoğunluklarının 650 kg/m³ olması hedeflenmiştir. Pres koşulları ise; pres sıcaklığı 190 °C olarak, pres basıncı 30 (kg/cm²) olarak ve pres süresi ise 4 dakika olarak belirlenmiştir.

Deneme levhaları iki farklı grupta üretilmiştir. Birincisi; deneme levhalarının üretilmesinde kuru yonga ağırlığına oranla % 11 ve % 12 tutkal kullanılarak iki adet kontrol için deneme levhası üretilmiştir. İkincisinde ise; kuru yonga ağırlığına göre % 1, % 2 ve % 3 oranında silan önce yongalar ile modifiye edilerek, daha sonra ise yine aynı kuru yonga ağırlığına göre % 1, % 2 ve % 3 oranında silan tutkal içerisinde katılarak 12 adet deneme levhası daha üretilmiştir. Toplam üretilen levha sayısı 14 adet olup, üretimde kullanılan deney deseni Tablo 2.2' de gösterilmiştir.

Tablo 2.2 Deneme levhalarının numaralandırılması.

Üretim koşulu	Levha No	Üretim koşulu	Levha No
% 11 Tutkal Kontrol	1	% 12 Tutkal Kontrol	8
% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	2	% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	9
% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	3	% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	10
% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	4	% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	11
% 1 Silan Tutkal Karışımli	5	% 1 Silan Tutkal Karışımli	12
% 2 Silan Tutkal Karışımli	6	% 2 Silan Tutkal Karışımli	13
% 3 Silan Tutkal Karışımli	7	% 3 Silan Tutkal Karışımli	14

2.2 METOT

Üretilen test levhalarının mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi için levhalara eğilme direnci, eğilme–elastikiyet modülü, yüzeye dik çekme, yoğunluk ve kalınlığına şişme testleri yapılmıştır.

2.2.1 Fiziksel Yöntemler

2.2.1.1 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 30 adet örnek kullanılmıştır. Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilen örneklerin ağırlıkları analitik terazi ile genişlikleri kumpas, kalınlıkları ise mikrometre ile ± 0.01 duyarlıkla ölçülmüştür. Eşitlik 2.1' e göre özgül ağırlık;

$$d = m / v \quad (\text{kg/m}^3) \quad (2.1)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

d = Yoğunluk (kg/cm³)

m= Örnek Ağırlığı (kg)

V= Örnek hacmi (m³)

2.2.1.2 Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları TS EN 322 (1999)' de belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. 40 x 40 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ±0.01 g duyarlıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma fırını ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve 103±2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Test örneklerinin rutubeti (r) aşağıda verilen Eşitlik yardımıyla belirlenmiştir. Eşitlik 2.2 'ye göre rutubet miktarı;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100 \quad (\%) \quad (2.2)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

r = Rutubet miktarı (%)

m = Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m_0 = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.2.1.3 Kalınlık Artışı (Şişme) Oranı

2 saat su içinde bekletilen örneklerin kalınlık artışlarının belirlenmesi için TS EN 317 (1999)' da belirtilen esaslara uygun olarak 50 x 50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Örneklerin kalınlıkları tam orta noktasından $\pm 0,01$ mm duyarlıklı mikrometreyle ölçülmüş ve 19–21 °C sıcaklıktaki temiz suda, su yüzeyinden 25 mm aşağıda tutulmuştur. 2 saat sonra sudan çıkarılan örneklerin fazla suları bir kağıt havlu ile alınmış ve kalınlıklar ilk ölçülen noktadan tekrar ölçülerek Eşitlik 2.3' e göre kalınlık artışları (KA);

$$KA = \frac{e_y - e_k}{e_k} \times 100 \quad (\%) \quad (2.3)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

KA= Kalınlık artışı (%)

e_y = Suda bekletilen örneklerin kalınlığı (mm)

e_k = Klimatize edilmiş durumdaki örnek kalınlığı (mm)

2.2.2 Mekanik Testler

2.2.2.1 Eğilme Direnci

Eğilme direnci deneyi TS EN 310 (1999) standardına uygun olarak yapılmıştır. 400x50 mm boyutlarında 20 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 5$ olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerde genişlik kumpas ile yükleme hattında bir, kalınlıklar ise yüklemenin yapıldığı hat üzerinde 2 noktanın

ortalaması alınarak 0.01 mm duyarlıklı mikrometre ile ölçülmüştür. Deneme makinesinde yükleme mekanizması, kırılmanın yükleme anından itibaren 1–2 dak. İçerisinde meydana gelmesini sağlayacak şekilde yaklaşık 6 mm/dak hızla çalıştırılmıştır. Eğilme Eşitlik 2.4' e göre eğilme direnci (ED)

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F= Kırılma anındaki maksimum kuvvet (N)

L= Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

d= Örnek kalınlığı (mm)

b= Örnek genişliği (mm)

2.2.2.2 Eğilmede Elastikiyet Modülü

Eğilmede elastikiyet modülü TS EN 310 (1999) standardına göre belirlenmiştir. Sıcaklığı 18–22 °C ve bağıl nemi % 60–70 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örnekler IMAL marka test cihazında eğilme elastikiyet modülü hesaplanmıştır. Elastikiyet modülü (E); Eşitlik 2.5 yardımıyla belirlenmiştir.

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

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)

2.2.2.3 Levha Yüzeye Dik Çekme

Levha yüzeye dik çekme direnci deneyi TS EN 319 (1999)' de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 50 x 50 mm boyutlarında 7 adet örnek

hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20 ± 2 °C ve bağıl nemi $\% 65 \pm 5$ olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilen örneklerin boyutları ± 0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip alüminyum takozlar silikon yapıştırıcılar ile yapıştırılmıştır. Alüminyum takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi bir gün olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dâhil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci Eşitlik 2.6' ya göre belirlenmiştir.

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

Burada;

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

A = Örnek enine kesit alanı (mm^2)

BÖLÜM 3

BULGULAR ve TARTIŞMA

% 11 ve % 12 tutkal oranına sahip ve silan ile muamele edilmiş yongalevhaların fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Test örnekleri Tablo 3.1’de belirtilen şekilde numaralandırılmıştır.

Tablo 3.1 Test levhalarının numaralandırılması.

Test levhası	Numarası
% 11 Tutkal Kontrol	T1
% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T2
% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T3
% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T4
% 1 Silan Tutkal Karışimli	T5
% 2 Silan Tutkal Karışimli	T6
% 3 Silan Tutkal Karışimli	T7
% 12 Tutkal Kontrol	T8
% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T9
% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T10
% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T11
% 1 Silan Tutkal Karışimli	T12
% 2 Silan Tutkal Karışimli	T13
% 3 Silan Tutkal Karışimli	T14

Silan ilavesi test örneklerine iki metotla ilave edilmiştir. Birinci metotta yonga silan ile muamele edilerek levha üretimi gerçekleştirilmiştir. İkinci metotta ise silan tutkal içerisine karıştırılarak test örnekleri üretimi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada deneme levhalarının eğilme dirençleri 6.2 N/mm² ile 12.51 N/mm² arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Levha üretiminde kullanılan tutkal miktarının artması ile ED değerlerinde artışın olduğu görülmektedir. Artan tutkal miktarının mekanik kenetlenmeyi olumlu etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 3.2 Silanla muamele edilmiş test numunelerine ait bulgular.

	Örnekler	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Elastikiyet Modülü (N/mm ²)	Çekme Direnci (N/mm ²)	Yoğunluk (Kg/m ³)	Şişme (%)	Rutubet (%)
% 11 TUTKAL	Kontrol (T1)	8.0	1842	0.4	527	21.4	7.4
	% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu (T2)	6.2	1276	0.56	569	25.1	6.2
	% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu (T3)	7.6	1727	0.69	576	23.7	6.2
	% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu (T4)	9.5	2162	0.74	584	19.8	5.9
	% 1 Silan Tutkal Karışıklı (T5)	6.4	1584	0.58	512	30.9	6.1
	% 2 Silan Tutkal Karışıklı (T6)	9.8	1975	0.6	525	30.4	6.0
	% 3 Silan Tutkal Karışıklı (T7)	10.9	1942	0.79	537	29.2	6.0
	Kontrol(T8)	8.9	1950	0.38	538	11.5	8.7
% 12 TUTKAL	% 1 Silan Yonga Modifikasyonlu (T9)	8.5	1586	0.61	547	17.8	7.8
	% 2 Silan Yonga Modifikasyonlu(T10)	12.5	2380	0.65	556	18.8	7.6
	% 3 Silan Yonga Modifikasyonlu(T11)	11.9	1845	0.7	533	19.1	7.4
	% 1 Silan Tutkal Karışıklı (T12)	6.0	1230	0.55	523	21.4	7.4
	% 2 Silan Tutkal Karışıklı (T13)	8.0	1744	0.62	521	17.3	8.0
	% 3 Silan Tutkal Karışıklı (T14)	10.1	1970	0.68	533	19.5	9.1

Levha yüzeye dik çekme değerleri 0.4 N/mm² ile 0.79 N/mm² arasında değiştii tespit edilmiştir. Eğilme direncinde olduğu gibi yüzeye dik çekme direncinde de tutkal miktarının artması ile çekme dirençlerinde artışın olduğu görülmektedir. Üretilen test numunelerine ait fiziksel test sonuçları ve tabloların yorumlanması aşağıda verilmiştir.

3.1 TEST NUMUNELERİNE AİT FİZİKSEL BULGULAR

3.1.1 Yoğunluk

Üretimi yapılan deneme levhalarının yoğunluk değerlerinin 521 kg/m³ ile 584 kg/m³ arasında olduğu tespit edilmiştir. Levhalarının yoğunluk değerlerindeki değişimin standardın tolere

ettiği sınır değerleri arasında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca silan kullanımının da yoğunluk değerleri üzerinde belirleyici bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

3.1.2 Kalınlığına Şişme

Kalınlığına şişme testi TS EN 317 (1999)'da belirtilen şekilde laboratuvar ortamında gerçekleştirilmiştir. Levhaların suda bekletme sonucu meydana gelen kalınlık artışı değerleri % 11.5 ile % 30.9 oranında olduğu saptanmıştır. Kalınlık artışı değerlerinde kullanılan tutkal miktarının etkisinin daha fazla olduğu görülmektedir. % 11 tutkal kullanılarak üretilen levhalarda silan kullanımı kalınlık artışının iyileştirici yönde etki yaparken % 12 tutkal kullanılarak üretilen levhalarda ise aynı etki görülmemiş, aksine kalınlık artışına olumsuz yönde etki yapmıştır.

Bunda artan tutkal oranı ile oluşacak özellikle mekanik bağlanmayı silan kullanımının engellediği söylenebilir. Üretimde kullanılan tutkal oranı ve silan miktarının levhaların kalınlık artışı oranlarına etkilerini belirlemek için yapılan varyans analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.3 de verilmiştir.

Tablo 3.3 Levhaların kalınlığına şişme değerlerine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	2684	13	206.5	31.4	0,000
Gruplar İçinde	545	83	6.568		
Toplam	3229	96	*) p < 0.05		

Elde edilen varyans analizi sonuçlarına göre üretim faktörlerinin her ikisinin de (tutkal oranı ve silan oranı) kalınlık artışına etkisi % 95 güven aralığında istatistiki açıdan anlamlı olduğu görülmüştür.

Bu değişimlerin hangi grupta ne kadar olduğu yapılan Duncan testiyle araştırılmıştır. Tablo 3.4' de ortalamalar ve Duncan testi verilmiştir.

Tablo 3.4 Kalınlığına şişme değerlerine ait Duncan test sonuçları.

Örnekler		Ortalama (%)	HG*
% 12 Tutkal Kontrol	T8	11.7	a
% 12 Tutkal % 2 Tutkal Karışımli	T13	17.5	a
% 12 Tutkal % 1 Yonga Muamele	T9	17.8	a
% 12 Tutkal % 2 Yonga Muamele	T10	17.8	a
% 12 Tutkal % 3 Yonga Muamele	T11	18.7	a
% 11 Tutkal % 3 Yonga Muamele	T4	19.7	ab
% 12 Tutkal % 3 Tutkal Karışımli	T14	19.7	ab
% 11 Tutkal Kontrol	T1	21.4	ab
% 12 Tutkal % 1 Tutkal Karışımli	T12	21.4	ab
% 11 Tutkal % 1 Yonga Muamele	T2	25.8	ab
% 11 Tutkal % 2 Yonga Muamele	T3	25.8	ab
% 11 Tutkal % 3 Tutkal Karışımli	T7	29.0	ab
% 11 Tutkal % 2 Tutkal Karışımli	T6	29.8	ab
% 11 Tutkal % 1 Tutkal Karışımli	T5	30.0	b

* HG: Homojenlik grubu

Deneyler sonucunda en düşük kalınlığına şişme miktarı T13 test levhalarından elde edilmiştir. En yüksek kalınlığına şişme değeri ise T5 test örneklerinden elde edilmiştir. Test numunelerinde tutkal miktarı arttıkça kalınlığına şişme miktarlarında düşme tespit edilmiştir. % 11 tutkallı test örneklerinde en düşük kalınlığına şişme T4 test örneklerinde % 19.7 olarak belirlenmiştir. En yüksek kalınlığına şişme ise T5 test örneklerinde % 30 olarak belirlenmiştir. Silan ilavesiz T1 test örneklerinde % 21.4 olarak belirlenmiştir. Kontrol numunesi ile karşılaştırıldığında T4 levhasında kalınlığına şişme oranında % 8 iyileşme sağladığı tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada Silan kullanılarak üretilmiş MDF levhaların 2 saat kalınlığına şişme testi sonuçları incelendiğinde kalınlığına şişme değerlerinin % 6.99–7.54 arasında olduğu görülmüştür. Kalınlığına şişme standart değeri % 15 iken bu değer silan kullanılarak üretilmiş levhalarda yarı yarıya düşürülerek iyileştirilmiştir (Kharazipour vd. 2007).

3.2 TEST NUMUNELERİNE AİT MEKANİK BULGULAR

3.2.1 Eğilme Direnci: Deneme levhalarının eğilme direnci değerlerinin 8.0 ile 12.5 N/mm² arasında değiştiği görülmektedir (Tablo 3.2). Elde edilen eğilme direncine ait verilere tutkal

ve silan kullanım oranının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek için yapılan varyans analizine ilişkin sonuçlar Tablo 3.5 de verilmiştir.

Tablo 3.5 Levhaların eğilme dirençlerine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	212.5	13	16.3	14.2	0.000*
Gruplar İçinde	48.1	42	1.1		
Toplam	260.7	55	*) p<0.05		

Elde edilen sonuçlar her formülasyonun eğilme dirençleri arasındaki farkın istatistiki açıdan % 5 hata ile anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu değişimlerin gruplar arasındaki sıralamasını görmek için Duncan testi yapılmıştır. Tablo 3.6' da eğilme direncine ait Duncan testi sonuçları görülmektedir.

Tablo 3.6 Levhaların eğilme direncine ait Duncan test sonuçları.

Örnekler	Ortalama (N/mm ²)	HG	
% 12 Tutkal % 1 Silan Karışıklı	T12	6.0	a
% 11 Tutkal % 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T2	6.2	a
% 11 Tutkal % 1 Silan Karışıklı	T5	6.5	a
% 11 Tutkal % 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T3	7.3	a
% 12 Tutkal % 2 Silan Karışıklı	T13	8.0	a
% 11 Tutkal Kontrol	T1	8.0	ab
% 12 Tutkal % 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T9	8.5	ab
% 12 Tutkal Kontrol	T8	8.9	ab
% 11 Tutkal % 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T4	9.5	ab
% 11 Tutkal % 2 Silan Karışıklı	T6	9.8	ab
% 12 Tutkal % 3 Silan Karışıklı	T14	10.0	ab
% 11 Tutkal % 3 Silan Karışıklı	T7	10.9	ab
% 12 Tutkal % 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T11	11.8	ab
% 12 Tutkal % 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T10	12.5	b

* HG: Homojenlik grubu

Üretimde kullanılan tutkal oranı levhaların eğilme direnci değerlerini arttırıcı yönde etki yapmaktadır. Tutkal oranının % 5'den % 8 çıkartılması ile levhaların boyuna paralel yönde

eğilme direnci değerinin % 10.27'lik bir artışın olduğu benzer bir çalışmada belirlenmiştir (Okino vd. 2004).

Eğilme direnci yapıştırıcı miktarının artması ile doğru orantılı olarak arttığı görülmüştür. Yongaların birbirine sıkıca tutunmasını sağlayan yapıştırıcı maddeler levhayı dik yönde çekme direncini artırmaktadır. Böylece iç yapışma direnci artmaktadır ve eğilme direnci iyileşmektedir. Yapıştırıcı maddelerin fazla kullanılması durumunda ise serbest formaldehit miktarı arttığında emisyon eğerlerinde yükselmeye neden olmaktadır. Bu yüzden yapıştırıcı maddelerin uygun oranda kullanılması gerekmektedir.

Yapılan test sonuçlarına göre elde edilen levhaların eğilme dirençleri standartlar içerisinde yer almaktadır. En yüksek eğilme direnci T10 test levhasında görülmüştür. Burada üretimde kullanılan silan miktarı artırıldıkça eğilme dirençlerinde de artış olduğu görülmüştür. Bu da silanın fazla miktarda uygulamalarında üre formaldehit reçinesinin jelleşme reaksiyonunu olumlu etkilediği düşündürmektedir.

3.2.2 Eğilme–Elastikiyet Modülü

Elastikiyet modülü testi TS EN 310 (1999)' da belirtilen şekilde yapılmıştır. Eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin 1230 N/mm² ile 2380 N/mm² arasında değiştiği görülmüştür. Üretim faktörlerinin eğilmede elastikiyet modülüne olan etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı varyans analizi Tablo 3.7 ile belirlenmiştir.

Tablo 3.7 Levhaların elastikiyet modülüne ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler Ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	5595304	13	430408	11.0	0.000*
Gruplar İçinde	1635176	42	38932.8		
Toplam	7230481	55	*) p<0.05		

Elde edilen sonuçlar her formülasyonun elastikiyet modülleri aralarındaki farkın anlamlı olduğunu göstermiştir. Bu değişimlerin hangi grupta ne kadar olduğu yapılan Duncan testiyle araştırılmıştır. Tablo 3.8' de Duncan testi verilmiştir.

Tablo 3.8 Levhaların elastikiyet modülüne ait Duncan test sonuçları.

Örnekler	Ortalama (N/mm ²)	HG	
% 12 Tutkal % 1 Silan Karışımlı	T12	1230	a
% 11 Tutkal % 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T2	1276	a
% 11 Tutkal % 1 Silan Karışımlı	T5	1384	a
% 12 Tutkal % 1 Silan Yonga Modifikasyonlu	T9	1586	a
% 11 Tutkal % 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T3	1727	a
% 12 Tutkal % 2 Silan Karışımlı	T13	1744	ab
% 11 Tutkal Kontrol	T1	1842	ab
% 12 Tutkal % 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T11	1845	ab
% 11 Tutkal % 3 Silan Karışımlı	T7	1942	ab
% 12 Tutkal Kontrol	T8	1956	ab
% 12 Tutkal % 3 Silan Karışımlı	T14	1970	ab
% 11 Tutkal % 2 Silan Karışımlı	T6	1975	ab
% 11 Tutkal % 3 Silan Yonga Modifikasyonlu	T4	2162	ab
% 12 Tutkal % 2 Silan Yonga Modifikasyonlu	T10	2380	b

*HG: Homojenlik Grubu

Okino vd. (2004) çam odunlarından 0.7x20x70 mm boyutlarında strandleri ve fenol formaldehit tutkalı kullanılarak 0.75 g/cm³ yoğunluğunda OSB levhaları üretmişlerdir. Üretimde kullanılan tutkal oranının % 5' den % 8' e çıkartılması ile levha boyuna dik yönde eğilme elastikiyet modülü değerinin % 7.14 oranında arttığını rapor etmişlerdir. Elastikiyet değeri levhaların eğilme dirençleri ile doğru orantılı olarak değişmektedir. Levhaların üst yüzey yoğunluklarındaki değişimlerde elastikiyet modülüne etki etmektedir.

Deneylerde en yüksek eğilmede elastikiyet değeri T10 test levhasından elde edilmiştir. En düşük elastikiyet değeri ise T12 test levhalarından elde edilmiştir.

3.2.3 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yüzeye dik çekme direnci testi TSE EN 319 (1999)' da belirtilen şekilde yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı yapılan varyans analizi Tablo 3.9 ile gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3.9 Levhaların çekme direncine ait varyans analizi.

Varyans Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi (df)	Kareler ortalaması	F	Önem Seviyesi
Gruplar Arası	1.31	13	0.10	28.745	0.000*
Gruplar İçinde	0.29	84	0.00		
Toplam	1.61	97	*) p<0.05		

Elde edilen sonuçlar her formülasyonun çekme dirençleri aralarında bulunan farkların anlamlı olduğu belirlenmiştir. Bu değişimlerin sıralaması için yapılan Duncan testi Tablo 3.10’ da verilmiştir.

Tablo 3.10 Levhaların yüzeyine dik çekme direncine ait Duncan test sonuçları.

Örnekler	Ortalama (N/mm ²)	HG	
% 12 Tutkal Kontrol	T8	0.34	a
% 11 Tutkal Kontrol	T1	0.39	a
% 11 Tutkal % 1 Yonga Modifikasyonlu	T2	0.56	a
% 12 Tutkal % 1 Silan Karışıklı	T12	0.56	a
% 11 Tutkal % 1 Silan Karışıklı	T5	0.58	a
% 11 Tutkal % 2 Silan Karışıklı	T6	0.59	ab
% 12 Tutkal % 1 Yonga Modifikasyonlu	T9	0.63	ab
% 12 Tutkal % 2 Silan Karışıklı	T13	0.64	ab
% 12 Tutkal % 2 Yonga Modifikasyonlu	T10	0.65	ab
% 11 Tutkal % 2 Yonga Modifikasyonlu	T3	0.67	ab
% 12 Tutkal % 3 Silan Karışıklı	T14	0.67	ab
% 12 Tutkal % 3 Yonga Modifikasyonlu	T11	0.69	ab
% 11 Tutkal % 3 Yonga Modifikasyonlu	T4	0.73	ab
% 11 Tutkal % 3 Silan Karışıklı	T7	0.79	b

*HG: Homojenlik Grubu

Çekme direnci levha üretiminde kullanılan yapıştırıcı madde ve yapıştırıcının jelleşmesini gösteren en önemli faktördür. Kullanılan yapıştırıcın türü ve kullanım miktarı çekme direnci üzerinde önemli etkiye sahip olmaktadır. Deney sonuçlarında en yüksek çekme değeri T7 test örneklerinden elde edilmiştir. En düşük değeri ise T1 test levhasında belirlenmiştir.

Benzer şekilde silan kullanılarak yapılan bir araştırmada katı madde miktarı % 20 olan ve katı maddede miktarı % 39 olan silanla üretilmiş MDF levhalarının fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. % 12 oranında tutkal içerisine karıştırılan silanla üretilmiş olan levhalarda yüksek mekanik özellikler tespit edilmiştir. Özelliklerin yüksek çıkmasını Si–O–Si bağlarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Güçlü bağlanmayı sağlayan Si–O bağlanma enerjisinin (466 kJmol^{-1}) C–N bağlanma enerjisi (305 kJmol^{-1}) ve N–H bağlanma enerjisinden (388 kJmol^{-1}) yüksek olmasından kaynaklandığı ifade edilmektedir. İ yapışma değerleri tip 1 ile üretilen levhalarda 0.8 N.mm^{-1} tip 2 kullanılarak üretilen levhada ise 1.48 N.mm^{-1} bulunmuştur (Kloeser 2010). Yapılan bir başka çalışmada ise dört tip silan kullanılmış ve üretilen MDF levhalarının i yapışma dirençlerinin kontrol levhasında 0.92 N.mm^{-1} ve silanla üretilen levhalar da ise 1.48 N.mm^{-1} olduğu tespit edilmiştir (Kharazipour vd. 2007).

BÖLÜM 4

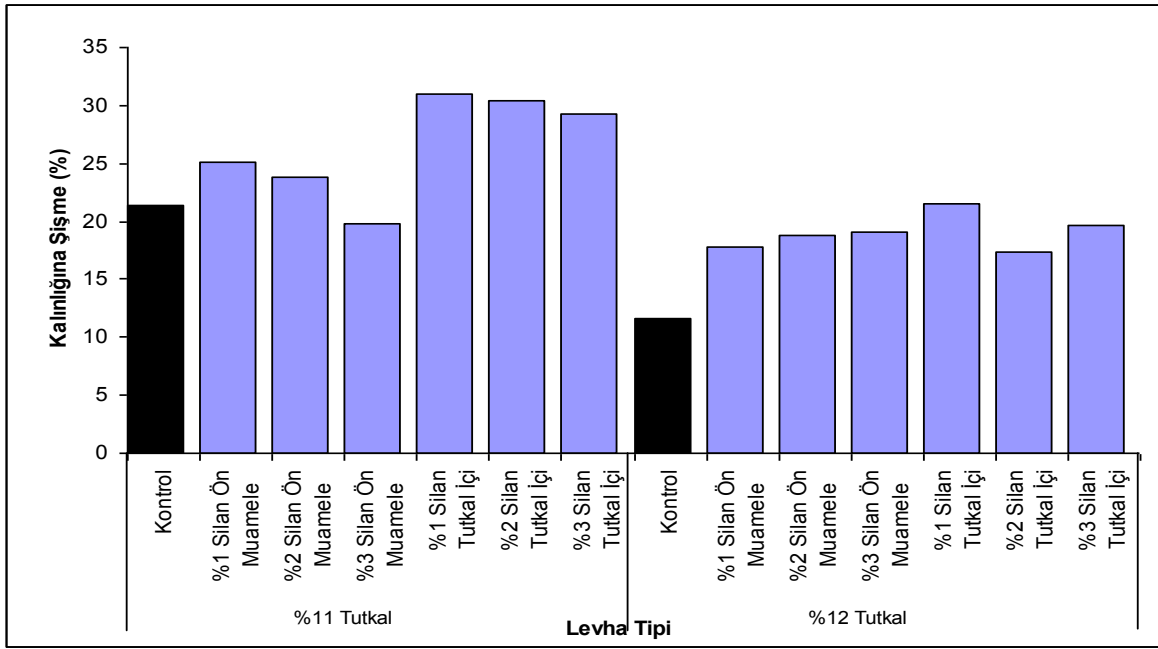
SONUÇ ve ÖNERİLER

Tüm dünya ülkelerinde olduğu gibi ülkemizde düşük maliyetle yüksek kalitede üretim prensipleri benimsenmiştir. Ülkemizde yongalevha üretimi tamamen özel kuruluşlar tarafından yürütülmektedir. Günümüzde devlet kamu iktisadi teşekküller orman ürünleri sanayisinde faaliyet göstermemektedir. Özel kuruluşlarda kuruluş amaçlarına uygun olarak en yüksek karlılık düzeyinde faaliyet gösterme eğilimdedirler.

Özel kuruluşlar yüksek karlılık elde edebilmek ve serbest piyasa koşullarında rekabet güçlerini artırabilmek için maliyetler ve yüksek kalite üzerinde yoğunlaşmışlardır. Yüksek kalite prensiplerini ise yüksek maliyetlerle yüksek kalitede ürün üretmekle değil en düşük maliyette müşterinin ihtiyacını en iyi şekilde karşılayan ürünler üretmek yoluyla gerçekleştirmektedirler. En düşük maliyetle yüksek kaliteyi ise müşterinin ihtiyaçları doğrultusunda farklı ürünler üretmek yolu ile gerçekleştirmektedirler. Müşterinin ilgisini çeken farklı ürünler her zaman piyasada revaçta olmuştur. Özel sektörde bu farkındalığı oluşturmak için levha üretiminde farklı üretim metotları kullanarak ürün çeşitliğini artırmış ve müşterinin dikkatini çekmeyi başarmıştır. Her geçen gün özel sektörün Ar-Ge birimleri farklı ürün bulma, ürün çeşitliğini artırma ve piyasada farklı olarak liderliği ele alma konusunda çalışmalar yapmaktadır. Son yıllarda yongalevha üretiminde kullanılan kimyasal maddelerde iyileştirme ve değişiklikler yapılarak suya karşı daha dayanıklı, üst yüzeyleri daha parlak, yanmaya karşı daha dayanıklı, fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek levhalar üretilmeye başlanmıştır.

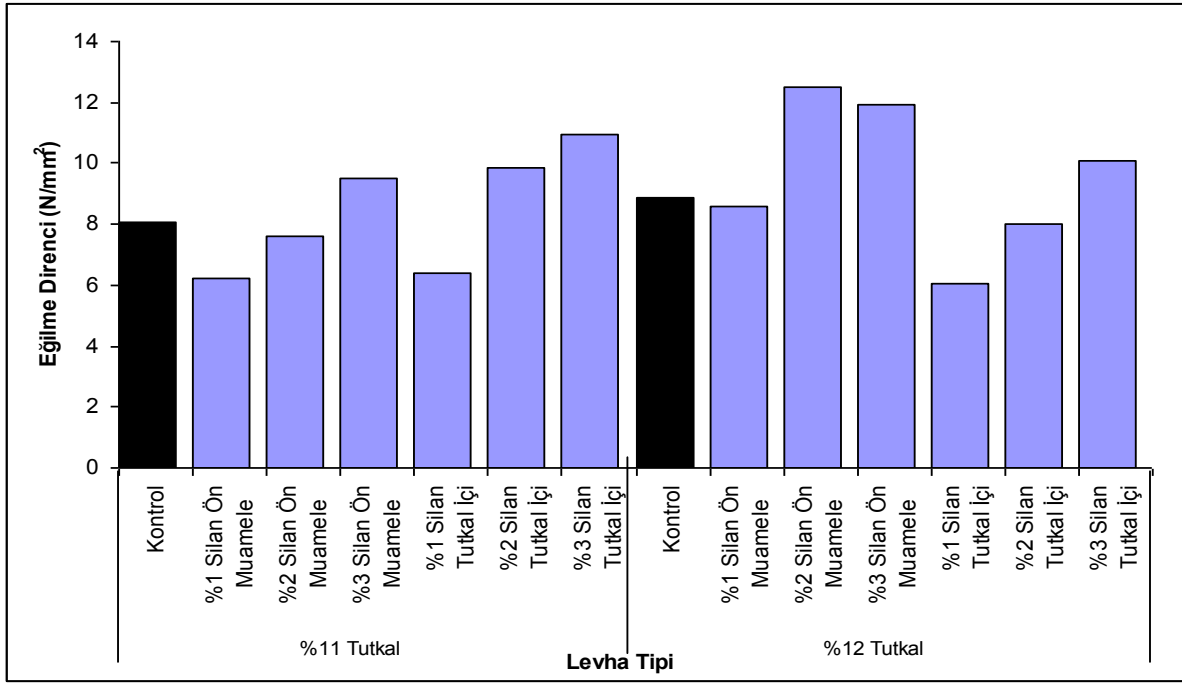
Bu gelişmeler ışığında bu çalışmada yongalevha üretiminde silan kimyasalının yongalevha üretimine katkısı araştırılmıştır. Bu amaçla fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşme sağlanması hedeflenmiştir. Bu hedef doğrultusunda silan kimyasalı farklı konsantrasyonlarda farklı uygulama metotları kullanılarak deneme levhaları üretilmiştir. Üretimde tutkal miktarı iki farklı konsantrasyonda kullanılarak etkileri silan ilavesiyle beraber gözlenmiştir. Kuru yonga ağırlığına oranla % 11 ve % 12 üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır. Silan ise tutkal

içerisine karıştırılarak, yongaya ön muamele edilerek % 1, % 2 ve % 3 oranlarında kullanılmıştır. Elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılmış ve grafiksel olarak değerlendirilerek verilmiştir. Deneme levhalarındaki kalınlığına şişme değerlerinde tutkal miktarının artması ile genel bir düşme tespit edilmiştir. Silan ilavesi test levhalarında kalınlığına şişme değerlerinde iyileşme sağlamadığı tespit edilmiştir. Sadece T4 test levhasında % 8 oranında iyileşme sağladığı belirlenmiştir. Levhaların üretim şartlarına göre kalınlık artışları Şekil 4.1 de gösterilmiştir.



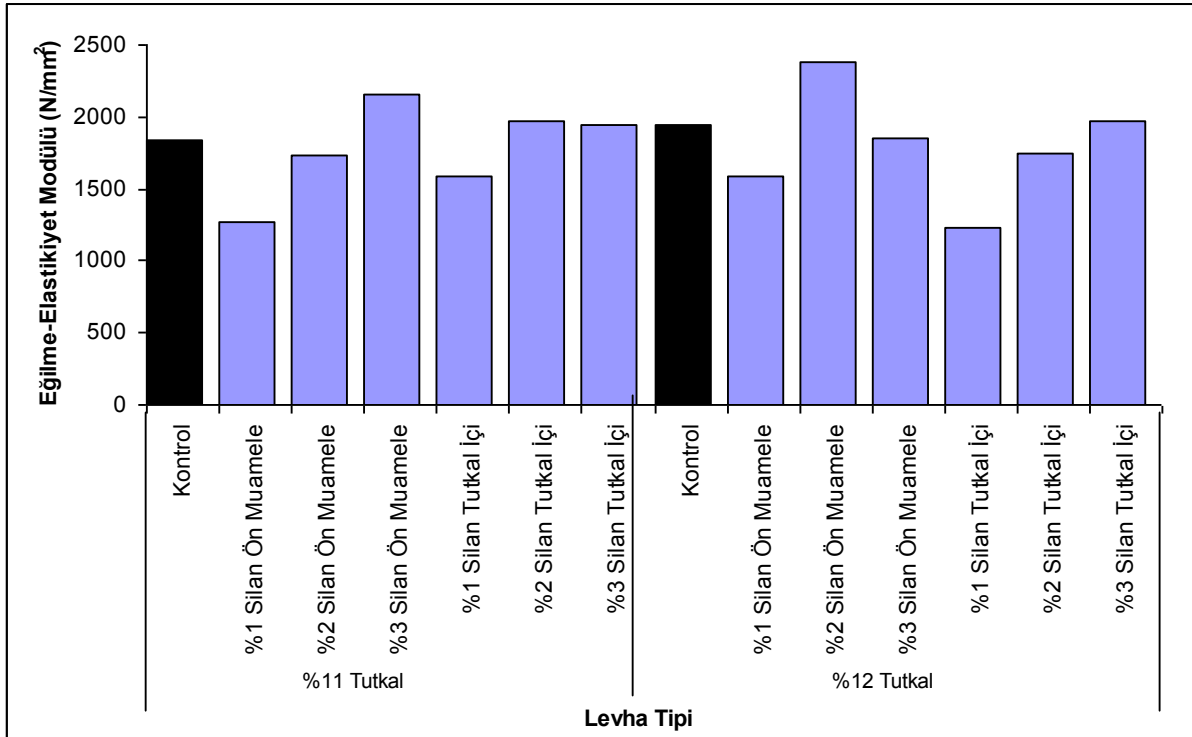
Şekil 4.1 Levhaların kalınlığına şişme miktarları.

Levhaların eğilme dirençlerinde tutkal miktarının artmasına bağlı olarak genel artış görülmüştür. Silan kimyasalı miktarı artırıldıkça test numunelerindeki eğilme dirençlerinde de genel olarak iyileşme tespit edilmiştir. Levhaların eğilme direnci değerleri Şekil 4.2 de gösterilmiştir. Deneme levhalarının eğilme–elastikiyet modüllerinde tutkal miktarının artması ile genel bir artış olduğu sonucuna varılmıştır. En yüksek elastikiyet değerleri % 12 tutkal ile üretilen test levhalarından elde edilmiştir. Buradan, % 12 tutkal ile üretilen test örneklerinde en iyi değeri T10 test levhalarının verdiği belirlenmiştir. % 11 tutkal ile üretilen test levhalarında ise en iyi değer T4 test levhalar olduğu belirlenmiştir. % 11 tutkal ile üretilen test levhalarında Kontrol levhasına oranla % 17 oranında iyileşme tespit edilmiştir. % 12 tutkal ile üretilen test levhalarında ise kontrol levhasına oranla % 21 oranında iyileşme tespit edilmiştir.



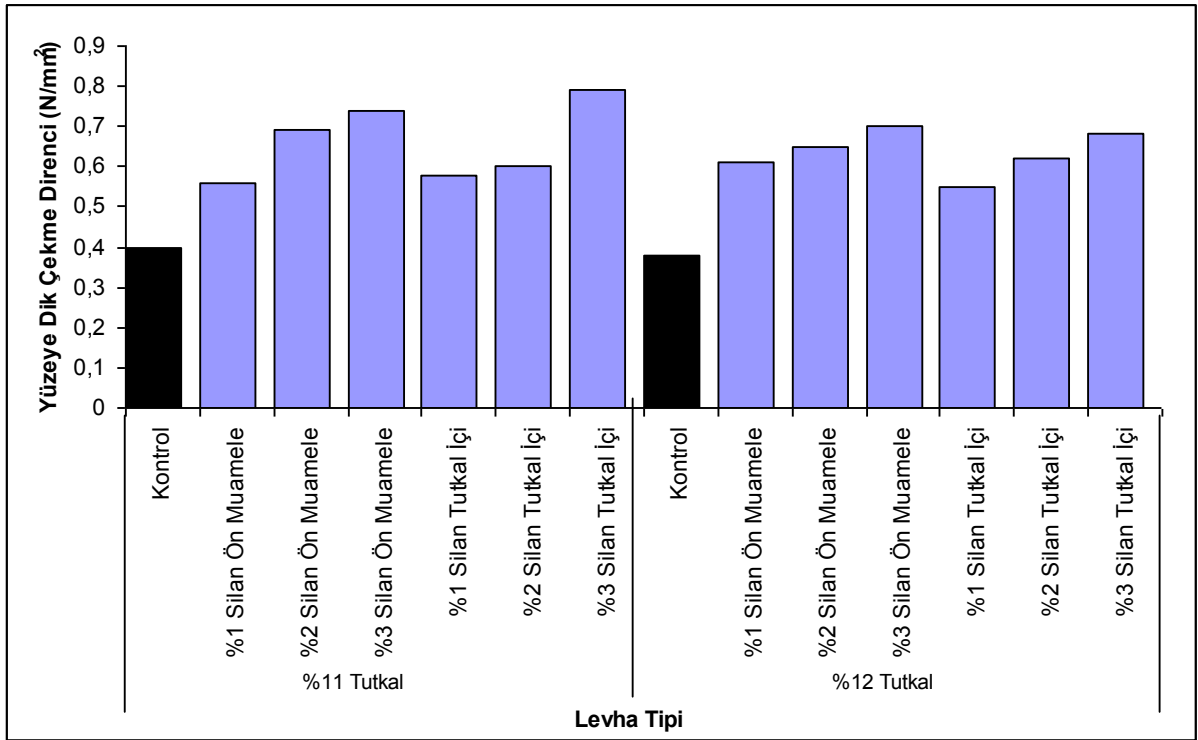
Şekil 4.2 Levhaların eğilme direnci sonuçları.

Levhaların eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin değişimi Şekil 4.3 de gösterilmiştir.



Şekil 4.3 Levhaların eğilme-elasticity direnci sonuçları.

Deneme levhaların levha yüzeyine dik yönde çekme dirençlerinde tutkal miktarının artırılması ile genel bir artma tespit edilmiştir. Kullanılan silan miktarındaki artış yongalevha iç yapışma değerlerinde iyileşme sağladığı belirlenmiştir. En yüksek iç yapışma değeri T7 test levhalarından elde edilmiştir. % 11 tutkal ile üretilen test levhalarında kontrol levhasına oranla en iyi sonuç T7 test levhalarından elde edilmiştir. % 11 tutkallı levhalarda silan ilavesi ile % 97 oranında iyileşme sağlanmıştır. % 12 tutkal ile üretilen levhalarda ise en iyi değeri T11 test levhalarının verdiği belirlenmiştir. % 12 tutkallı levhalarda silan ilavesi ile % 100 iyileşme tespit edilmiştir. Silan kullanımı ile yongalevha üretiminde tutkal miktarının azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Deneme levhalarında belirlenen yapışma direncindeki (levha yüzeyine dik yönde çekme direnci) değişim Şekil 4.4' de verilmiştir.



Şekil 4.4 Levhaların çekme direnci sonuçları.

Deneme levhaların çekme dirençlerinde tutkal miktarının artırılması ile genel bir artma tespit edilmiştir. Kullanılan silan miktarındaki artış yongalevha iç yapışma değerlerinde iyileşme sağladığı belirlenmiştir. En yüksek iç yapışma değeri T7 test levhalarından elde edilmiştir. % 11 tutkal ile üretilen test levhalarında kontrol levhasına oranla en iyi sonuç T7 test levhalarından elde edilmiştir. % 11 tutkallı levhalarda silan ilavesi ile % 97 oranında iyileşme sağlanmıştır. % 12 tutkal ile üretilen levhalarda ise en iyi değeri T11 test levhalarının verdiği belirlenmiştir.

% 12 tutkallı levhalarda silan ilavesi ile % 100 iyileşme tespit edilmiştir. Silan kullanımı ile yongalevha üretiminde tutkal miktarının azaltılabileceği sonucuna varılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre öneriler sırayla aşağıda belirtilmiştir. Bunlar;

Silan ile muamele edilmiş yongalevhaların üretimi esnasında silanın kimyasal yapısı itibari ile cilde ve göze zararlarından dolayı püskürtme metodu ile değil tutkal içerisinde ilavesi ile çözelti halinde kullanılması tavsiye edilebilir.

Eğilme direnci yüksek levha üretimde silan tam kuru yonga ağırlığına oranla % 2 oranında yonga ön muamele şeklinde kullanılması tavsiye edilebilir.

Silan miktarının yongalevha üretiminde tutkal kullanımına oranla yüzdesel olarak daha fazla miktarlarda kullanılmasından dolayı hassas ölçüm ayarlarının yapılabilmesi için litre cinsinden ölçüm yapan düşük çapta yüksek uzunlukta şişe tüpler kullanılması tavsiye edilebilir. Şişelerden akış miktarı enkoder ile ölçülüp direk olarak miksere veya şişede hazırlanan karışım hacimce hazırlanan tutkal karışımına ilave edilebilir.

Silan kullanımının aynı tutkal katı setine sahip yongalevhalarda iç yapışma değerlerinin silan miktarı arttıkça değerlerin de arttığı görülmüştür. Bu sebeple yongalevha üretiminde iç yapışma değerlerinin iyileştirilmesi için silan konsantrasyonunun % 11 katı tutkal konsantrasyonuna tutkal içerisine % 3 konsantrasyon halinde uygulanması tavsiye edilebilir.

Yongalevha üretiminde silan konsantrasyonunun tutkal içerisine karışım şeklinde kullanılması hem uygulamada kolaylık sağlaması hem de fiziksel ve mekanik özelliklerdeki iyi değerler vermesi nedeni ile tavsiye edilebilir.

Suya dayanıklı levha üretiminde, Silan % 11 katı tutkal setine sahip yonga içerisine % 1 konsantrasyonda ilave edilmesi tavsiye edilir.

KAYNAKLAR

Akbulut T (1991) ORÜS Vezirköprü Yongalevha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 134 s.

Akbulut T (1995) Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yongalevhaların Özellikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi (yayımlanmamış), İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 132 s.

Akbulut T (2000) Yongalevha Endüstrisi. *Laminart, Mobilya Dekorasyon Sanat Tasarım Dergisi* (7): 112–119.

Akyıldız M H (2003) Türkiye’de Yongalevha ve Liflevha Endüstrisinin Yapısı ve Sorunları, Doktora Tezi (yayımlanmamış), Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara, 81 s.

Anonim 1 (2008) TS EN 14755, Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan kalıplanmış yongalevhalar, *Kalıplanmış yongalevhalar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 2 (2012) TS EN 312, Yongalevhalar–Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 3 (1973) TS 1351, Odun (Lif, yonga ve talaş imalinde kullanılan), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 4 (1975) TS 2129, Odun Lifli ve Yongalevhalar (Terimler ve Tarifler), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 5 (1998) *OSB Performance by Design*, OSB In Wood frame construction SBA, U.S., Canada, 7: 20–22.

Anonim 6 (1999) TS EN 326–1, Deney numunelerinin seçimi kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi, *Ahşap Esaslı Levhalar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 7 (1999) TS EN 326–3, Sevk edilen levhaların muayenesi, *Ahşap Esaslı Levhalar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Anonim 8 (1999) TS EN 322, Rutubet miktarının tayini, *Ahşap Esaslı Levhalar*, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Anonim 9** (1999) TS EN 323, Birim ağırlığının tayini, Ahşap Esaslı Levhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 10** (1999) TS EN 310, Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini, Ahşap Esaslı Levhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 11** (1999) TS EN 317 Su içersine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini, Yongalevhalar ve Lif Levhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 12** (1999) TS EN 319, Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini, Yongalevhalar ve Lif Levhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 13** (2009) TS EN 634–2, Kuru, nemli ve dış şartlarda kullanılan normal Portland çimentosu ile yapıştırılmış yongalevhaların özellikleri, Çimentolu Yongalevhalar ve Özellikler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 14** (2008) TS EN 14755, Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan kalıplanmış yongalevhalar, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim 15** (2001) Yongalevha Sanayicileri Derneği Kayıtları, İstanbul.
- Anonim 16** (1969) BS 1811, Methods of test for wood chipboards and other particle boards, Metric Units. British Standard, London UK.
- Anonim 17** (1988) TS 3482, Yongalevhaları–Dik Yongalı, Türk Standartları Enstitüsü Ankara.
- Anonim 18** (1978) TS 180, Orta ağırlıktaki yatık yongalı ve kapalı yerlerde genel amaçlar için kullanılan levhaları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Asillias C N ve Voulgaridis E V** (1999) Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood. *Holzforschung*, 53: 151–155.
- Ashori A ve Nourbakhsh A** (2008) Effect of Press Cycle and Resin Content on Physical and Mechanical Properties of Particleboard Panels Made from The Underutilized Low–Quality Materials. *Industrial Crops And Products*, 28: 225–230.
- Aydın A** (2005) Sahil Çamı İbrelinin Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi imkânları. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 120 s.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Baharoğlu M** (2010) Ağaç Türü Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Őeklinin Yongalevhanın Fiziksel ve Mekanik zellikleri zerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), K.T. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s.
- Bektaş İ, Güler C ve Kalaycıoğlu H** (2002) Ayiceği (*Helianthus annuus* L.) Saplardan re–Formaldehit Tutkalı ile Yongalevha retimi. *K.T. Fen ve Mühendislik Dergisi*, 1896, 5 (2): 49–55.
- Blanchet P, Clastier A ve Riedl B** (2000) Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues. *Wood Science and Technology*, 34: 11–19.
- Bozkurt Y ve Göker Y** (1990) *Yongalevha Endüstrisi*. 1. Basım, İ.. Yayın No: 3614, O.F. Yayın No: 413, İstanbul, 140–170 s.
- Bozkurt AY ve Göker Y** (1985) *Yongalevha Endüstrisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 250–263 s.
- Burdurlu E** (1994) *AŐsap Kökenli Kaplama ve Levha retim–Kullanım Teknolojisi*. Bizim Bro Basımevi, Ankara, 322 s.
- Cassens D L, Bradtmueller J P ve Picado F** (1994) Variation in Selected Properties of Industrial Grade Particleboard. *Forest Products Journal*, 44 (10): 50–57.
- Chen T T, Soong H D ve Tsai C T** (2006) Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard. *Forest Products Industries*, 25 (2): 133–142.
- Chow P, Janoviak J J ve Price E W** (1996) The Internal Bond and Shear Strength of Hardwood Veneered Particleboard Composites. *Wood and Fiber Science*, 18 (1): 99–106.
- Chow S** (1972) Thermal Reactions and Industrial Uses of Bark. *Wood Fiber*, 4 (3): 130–138.
- Chow S** (1975) Bark Board without Synthetic Resins. *Forest Products Journal*, 25 (11): 32–37.
- Chow S ve Pickles K J** (1972) Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark. *Wood Fiber*, 3 (3):166–178.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Dayanıkhoğlu S** (2004) Türkiye’de Lif Levha ve Yongalevha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), İ.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 150 s.
- Demirel S** (2006) Özgül Ağırlık Profili İle Yongalevhanın Bazı Teknolojik Özellikleri Arasındaki İlişkiler. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s.
- Deppe E ve Ernst K** (1973) Fortschritte in der Spanplatten Technic. Stuttgart. DRW. Verlags-GmbH, 600 s.
- DPT** (1995) “VII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Orman Ürünleri Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu”, DPT Yayın No: 2376, ÖİK: 445, Ankara, s 95–102.
- Efe H** (1998) Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerinde Rasyonel Kavela Tasarımı. *Politeknik Dergisi*, 1 (1–2): 41–54.
- Efe H, Kasal A ve Gürleyen L** (2002) Çeşitli Tutkallarla Yapıştırılmış Kutu Konstrüksiyonlu Kavelalı Köşe Birleştirmelerin Basınç Direnci. *Gazi Üniversitesi, Endüstriyel Sanatlar Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10 (10): 39–57.
- EP** (2012) European Patent Application, Silane grafted olefin polymers composition and articles prepared therefrom and methods for making the same, EP 2 407 496 A1.
- FAO** (2013) Food and Agriculture organization Of United Nation, Türkiye üretim, itilat ve ihracat verileri, <http://www.fao.org/forestry/statistics/80938/en/> (05.01.2013).
- Göker Y** (1978) *Türkiye’de Kontrplak, Kontrtabla ve Yongalevhaları Sanayii, Gelimse Olanakları, Bu Malzemelerin Teknolojik Özellikleri Hakkında Arastırmalar*, İ.Ü. Yayın No: 2489, Orman Fakültesi Yayın No: 267, İstanbul, 150 s.
- Göker Y** (2000) Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7: 22–36.
- Göker Y ve Akbulut T** (1992) *Yongalevha ve Kontrplağın Özelliklerini Etkileyen Faktörler*. ORENKO 92: I. Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri Metinleri, 1. Cilt, Trabzon, s 269–287.
- Göker Y, Kantay R ve Kurtoglu A** (1984) Üç Tabakalı ve Okal Tipi Yongalevhaların Teknolojik Özellikleri Üzerine Arastırmalar. Yayın No: 3243, Orman Fakültesi Yayın No: 367, İstanbul.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Grexa O ve Lübke H** (2001) Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter. *Polymer Degradation and Stability*, 74 (3): 183–191.
- Gündüz G ve 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): 58–69.
- Günsel U** (2004) Türkiye’de Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Bazı Yongalevhaların Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Araştırılması. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), M.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Mobilya ve Dekorasyon Anabilim Dalı, Muğla, 150 s.
- Haygreen J G ve Bowyer J L** (1985) *Forest Products and Wood Science an Introduction*, The Iowa University Pres, USA, 286p.
- Huş S** (1977) *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul Üniversitesi, Yayın No: 2320, İstanbul, 58 s.
- Huş S** (1979) Teknolojik Faktörlerin Yongalevhanın Özellikleri Üzerine Etkisi. İ.Ü. *Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, 29: 2 – 10.
- Huş S** (1997) Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Iosifov N, Vlcheva L ve Ganev S** (1991) The effect of the wood species on the physical and mechanical properties of particleboards. *Nauka–za–Gorata*, 28 (1): 87 – 92.
- Kalaycıoğlu H** (1991) Sahil Çamı (*Pinus Pinaster* A.) Odunlarının Yongalevha Üretiminde Kullanılması İmkânları. Doktora Tezi (yayımlanmamış), K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Kalaycıoğlu H** (2001) Neden OSB. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 12: 26–42.
- Karacalıoğlu T** (1974) Ormangülü (*Rhododendron* sp.) Odunlarının Bazı Özellikleri ile Bu Odunların Yongalevha Yapımında Kullanılma Olanaklarının Laboratuvar Koşullarında Araştırılması, O.A.E.Y. Teknik Bülten Seri No: 60, Bolu.
- Kartal S N ve Clausen A** (2001) CA, Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA–Treated Wood. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 47 (3): 183–191.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Kharazipour A R, Mler C ve Schpper C** (2007) *A review of forests, wood products and wood biotechnology of Iran and Germany*. Part II, University of Göttingen Press, Göttingen, 185 s.
- Kloeser L** (2010) Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations. Economic Commission for Europe – Timber Committee October 11–14, Geneva, Switzerland.
- Kollmann F, Kuenzi E W ve Stam A S** (1975) *Principles of Wood Science and Tecnology*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, Newyork, 350 s.
- Lee W ve Chung G** (1984) Effectof Press Temperature and Time on Physical Properties of Larch Particleboard, *Journal of Korean Forestry Society*, 63 (5): 12–20.
- Lynam F C** (1969) *Particleboard Manufacture and Aplications*. Presmedia Books LTD., Pressmedia Ltd, U.K, 238 s.
- Maloney T** (1977) *Modern Particleboard and Dry–Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Publications, San Francisco–California, 672 s.
- Maloney T M** (1973) Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species. *Forest Products Journal*, 23 (8): 30–38.
- Masraf Y** (2005)  Tabakalı Yatık Yongalevha retiminde retim Şartlarının Değiştirilmesinin Levhaların Mekanik ve Fiziksel zellikleri zerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), ZK Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 150 s.
- Merev N** (2003) *Odun Anatomisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matbaası, Yayın No: 209, Trabzon.
- Muszynski Z ve Macnatt J D** (1984) Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland. *Forest Products Journal*, 34 (1): 28–35.
- Nemli G** (1995) Melamin Emdirilmiş Kâğıtlarla Kaplamanın Yongalevha Teknik zellikleri zerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi (yayımlanmamış), K.T. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 74 s.
- Nemli G** (2000) Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yongalevha Teknik zellikleri zerine Etkileri, Doktora Tezi (yayımlanmamış), K.T. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 181.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Nemli G** (2002) Factors Affecting the Production of E1 Type Particleboard. *Turk. J. Agric. For.*, 26: 31–36.
- Nemli G** (2003) Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured From Alder. *Turk. J. Agric.For.*, 27: 99–104.
- Nemli G** (2003) *Sentetik Laminat Endüstrisi*. K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Ders Teksirleri Seri No: 71, Trabzon.
- Nemli G ve Demirel S** (2007) Relationship Between The Density Profile and The Tecnological Properties of The Particleboard Composite. *Journal of Composite Materials*, 41 (15): 1793–1802.
- Nemli G, Demirel S, Gümüşkaya E, Aslan M ve Acar C** (2009) Feasibility of Incorporating Waste Grass Clippings (*Lolium Perene L*) in Particleboard Composites. *Waste Management*, 29: 1129–1131.
- Nemli G ve Kalaycıoğlu H** (2000) Yongalevha Teknolojisi. *Laminart*, (7) : 120–126.
- Nemli G, Çolakoğlu G, Çolak S ve Aydın İ** (2002) Yalancı Akasya Odunundan Üretilen Yongalevhalarda Tomruk Depolama Süresi ve Kabuk Oranının Formaldehit Oranına Etkisi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A*, 52 (2): 73–83.
- Nemli G, Hızıroğlu S, Usta M, Serin Z, Özdemir T ve Kalaycıoğlu H** (2004) Effect of Residue Type and Tannin Content On Properties of Particleboard Manufactured From Black Locust. *Forest Products Journal*, 54, (2): 36.
- Nemli G, Kalaycıoğlu H, Ay N ve Sahin H** (2002) Douglas Göknarı Türünü Yongalevha Üretimi için Uygunluğunun Belirlenmesi. *Kafkas Üniversitesi Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 3 (1): 17–23.
- Nemli G, Kirci H ve Temiz A** (2004) Influence of Impregnating Wood Particles With Mimosa Bark Extract on Some Properties of Particleboard. *Industrial Crops and Products*, 20 (3): 339–344.
- Nemli G, Kirci H, Serdar B ve Ay N** (2003) Suitability of Kiwi (*Actinidia sinensis* planch) Prunings for Particleboard Manufacturing. *Industrial Crops And Products*, 17: 39–46.
- Okino E Y, Teixeira D E, Souza M R, Santana M A ve Sousa M E** (2004) Properties of oriented stranboard made of wood species from Brazilian planted forests: Part 1: 80 mm–long strands of *Pinus teada L*. *Holz als Roh und Werkstoff*, 62 (3): 221–224.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

- Örs Y ve Kalaycıoğlu H** (1991) ay Fabrikası Atıklarının Yongalevha Endüstrisinde Değerlendirilmesi. *Tr. J. Of Agriculture and Forestry*, 15: 968–974.
- Örs Y ve Keskin H** (2001) Ağaç Malzeme Bilgisi, Atlas Yayın Dağıtım, İstanbul, 155s.
- Özen R** (1982) Waferboard– Etiket Yongalı Levha Üretimi. *K.T.Ü Orman Fakültesi Dergisi*, 5 (1): 135–150.
- Özen R ve Konur E** (1989) 6. Beş Yıllık Kalkınma Planı. ORÜS Özel İhtisas Komisyonu Raporu, DPT, Ankara, 1989.
- Place T A ve Maloney T M** (1975) Thermal Properties of Dry Wood Bark Multilayer Boards. *Forest Products Journal*, 25 (1): 33–39.
- Sivrikaya H** (2008) Odunda Doğal Dayanımı Etkileyen Faktörler. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 10 (13): 66–70.
- Thole V ve Weiss D** (1992) Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsun Bonded Particleboards. *Holz als Roh und Werkstoff*, 50 (6): 241 – 252.
- URL–1** (20013) <http://www.yildizentegre.com.tr>. Yıldız Entegre MDF Fabrikası, 05 Ocak 2013.
- URL–2** (20013) <http://www.kastamonuentegre.com.tr>. Kastamonu Entegre Yongalevha Fabrikası, 05 Ocak 2013.
- URL–3** (2013) <http://www.dieffenbacher.de/en/wood-based-panel-division/particleboard-lines/spreading-systems/classiformertm-with-forming-rollers.html>. Yongalevha Özellikleri ve uygulama Alanları, 05 Ocak 2013.
- URL–4** (2013) <http://www.roquette-industrialnaturalpolymers.com/raw-material-glue-corruga-ted-board/>. Doğal polimerler ve Kullanım Alanları, 05 Ocak 2013.
- Var A A, Yıldız Ü C ve Kalaycıoğlu H** (2002) eşitli Emprenye Maddelerinin Yongalevhanın Mekanik Özelliklerine Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1: 1302–7085.
- Wellons J D ve Kralmer R L** (1973) Selfbonding in Bark Composites. *Wood Science*, 6 (2): 112–122.

KAYNAKLAR (devam ediyor)

Vlosky R P ve Wu Q (2001) A Brief Look at Raw Material Usage in The Furniture and Cabinet Industries In The Southern United States. *Forest Products Journal*, 51 (9): 25–30.

Wu Q ve Vlosky R P (2000) Panel Products: A Perspective from Furniture and Cabinet Manufacturers in The Southern United States. *Forest Products Journal*, 50 (9): 45–51.

Yemele M C, Blanchet P ve Cloutier A (2008) Effect of Bark Content and Particle Geometry on The Physical and mechanical Properties of Particleboard Made from Black Spruce and Trembling Aspen bark. *Forest Products Journal*, 58 (11): 48–56.

Yemele M C N, Koubaa A ve Diouf P N (2008) Effect of Hot–Water Treatment of Black Spruce and Trembling Aspen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleboard. *Wood and Fiber Science*, 40 (3): 339–335.

BİBLİYOGRAFYA

- Anonim** (1972) *Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards*. Forest Products Laboratory, Washington, USA, 1972.
- Bao Z ve Eckelman C A** (1995) Fatigue Life and Design Stresses For Wood Composites Used In Furniture. *Forest Products Journal*, 45 (7–8): 59–64.
- Bozkurt A Y** (1982) Çimentolu Yongalevhalar. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 32 (2): 30–34.
- Deppe E ve Ernst K** (1964) *Technologie der Spanplatten*. Holz–Zentralblatt Verlag–GmbH, Stuttgart.
- FAO** (2002) *Yearbook of Forest Products 1996–2000*. FAO, Rome, 60–90.
- Göker Y** (2000) Değişik Yöntemlerle Üretilmiş Yongalevhaların Kullanım Yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, 7: 65–72.
- Göker Y, As N ve Akbulut T** (1993) *Kalitesiz Orman Emvalinin Yongalevha ve Kontrplak Üretiminde Kullanılmasının Sakıncaları ve Levha Kalitesi Üzerine Etkileri 1*. Ormancılık Surası, III. Cilt, Ankara, 392–398 s.
- Özen R** (1980) Yongalevha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü Orman Fakültesi, Ders Notları Yayın No: 30, Trabzon, 185 s.
- Roffael E ve Dix B** (1994) Influence of the wood properties of some poplar clones on utilization. *Forstarchiv*, 65 (2): 43–53.
- Schneider A** (1982) Untersuchungen über die Poren–Struktur von Spanplatten mit Hilfe der Quecksilber–Porosimetrie. *Holz als Roh–und Werkstoff*, 40: 415–420.
- Soine H** Modern Furniture Manufacture, State of the Furniture Industry, Particleboards, Laminating and Coating with, Solid and Liquid Materials, Cutting to Size and Trimming of Boards Finishing of Edges, Folding, Boring, Packing, Auxiliary Equipment. *Holz als Roh–und Werkstoff*, 31 (4): 145–156.
- Wei X ve Suchsland O** (1998) Variability of Particleboard Properties From Single and Mixed Species Processes. *Forest Products Journal*, 48 (9): 68–74.

BİBLİYOGRAFYA (devam ediyor)

Wei X ve Suchsland O (1999) Within Panel Variability and Selected Property Relationships of Particleboard From Single and Mixed Species Processes. *Forest Products Journal*, 49 (10): 36–41.

ÖZGEÇMİŞ

Orhan KELLEÇİ, 1982 yılında Çorum'da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Çorum 'da tamamladı. Osmancık Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesinden mezun oldu. 2000 yılında Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü'ne girdi. 2004 Bahar döneminde "iyi" derece ile mezun oldu. 2005–2006 yılında askerlik görevini yedek subay olarak tamamladı. 2007 yılında Bolu Mudurnu'daki MASSTAŞ (Mudurnu Abant Sunta Sanayi A.Ş) da hammadde tedarik sorumlusu olarak göreve başladı. 2011 yılında şirket Yıldız Entegre Ağaç Sanayi A.Ş bünyesine katıldı. 1,5 yıl Yıldız Entegre bünyesinde üretim şefi olarak çalıştıktan sonra 2012 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mudurnu Süreyya Astarıcı Meslek Yüksek Okulunda Ormancılık Bölümü Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı'na öğretim görevlisi olarak atandı. Halen aynı bölümde öğretim görevlisidir.

ADRES BİLGİLERİ

Adres : Bahçelievler Mahallesi Aycan Sokak
Damgacıoğlu Apt. No: 2/12
14000 BOLU

Tel : 0 (374) 421 65 47

E-posta : orhankelleci@ibu.edu.tr