



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

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ALKİL KETEN DİMER KİMYASALININ YONGA LEVHADA
PARAFİNE İKAME OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS

HASAN IŞIK

AĞUSTOS 2014

DÜZCE

KABUL VE ONAY BELGESİ

Hasan IŞIK tarafından hazırlanan Alkil Keten Dimer Kimyasalının Yonga Levhada Parafine İkame Olarak Kullanımının Araştırılması isimli lisansüstü tez alışması, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18.08.2014 tarih ve 14/644 sayılı kararı ile oluşturulan jüri tarafından Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Üye
(Tez Danışmanı)
Doç. Dr. Cengiz GÜLER
Düzce Üniversitesi

Üye
Prof. Dr. Arif KARADEMİR
Bursa Teknik Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Ümit BÜYÜKSARI
Düzce Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 28 Ağustos 2014

ONAY

Bu tez ile Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Hasan IŞIK'ın Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans derecesini almasını onamıştır.

Prof. Dr. Haldun MÜDERRİSOĞLU
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYAN

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

28 Ağustos 2014

Hasan IŞIK



Tez çalışmalarım sırasında destekleriyle sürekli yanımda olan sevgili eşime ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen değerli aileme teşekkürü bir borç bilirim.

Sevgili Aileme

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim ve bu tezin hazırlanması süresince gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocalarım Doç. Dr. Cengiz GÜLER ve Prof. Dr. Arif KARADEMİR'e en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme, çalışma arkadaşlarıma ve Araştırma Görevlisi Çağlar AKÇAY' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

28 Ağustos 2014

Hasan IŞIK

İÇİNDEKİLER

Sayfa

TEŞEKKÜR SAYFASI	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
ÇİZELGE LİSTESİ	v
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	vi
ÖZET	1
ABSTRACT	2
EXTENDED ABSTRACT	3
1. GİRİŞ.....	5
1.1.GENELBİLGİLER.....	5
1.2. YONGA LEVHANIN TANIMI ve SINIFLANDIRILMASI.....	6
1.3. YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER.....	9
1.3.1. Ağaç Malzeme.....	9
1.3.2. Yıllık Bitkiler.....	10
1.3.3. Kimyasal Maddeler.....	11
1.3.3.1. Organik Tutkallar.....	11
1.3.3.1.1. Üre Formaldehit.....	11
1.3.3.1.2. Melamin Formaldehit.....	17
1.3.3.1.3. Fenol Formaldehit.....	19
1.3.3.1.4. Resorsin Formaldehit.....	20
1.3.3.1.5. İzosiyanat.....	21
1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar.....	21
1.3.3.3. Doğal Tutkallar	22
1.3.3.4. Anorganik Tutkallar	23
1.3.4. Katkı Maddeleri	24
1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler.....	25
1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler	26
1.3.4.2.1. Alkil Keten Dimer (AKD)	26
1.3.4.3. Koruyucu Maddeler.....	30
1.4. YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ	31
2. MATERYAL VE YÖNTEM	43

2.1. DENEME LEVHALARININ ÜRETİMİ.....	43
2.1.1. Deneme Levhalarının Üretiminde Kullanılan Hammaddeler.....	45
2.1.1.1. Ağaç Malzemeler	45
2.1.1.2. Hidrofobik Madde	45
2.1.1.3. Sertleştirici Madde	45
2.1.1.4. Tutkal	45
2.2. YÖNTEM.....	46
2.3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	48
2.3.1. Fiziksel Özellikler.....	49
2.3.1.1. Özgül Ağırlık.....	49
2.3.1.2. Rutubet Miktarı	50
2.3.1.3. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı	50
2.3.1.4. Levha Kalınlığının Belirlenmesi.....	52
2.3.1.5. Formaldehit Emisyonu.....	52
2.3.1.6. Su Alma Miktarının Tayini	54
2.3.1.7. 80 °C Suda Bekletme Sonrası Kalınlık Artış Oranı	55
2.3.2. Mekanik Özellikler	56
2.3.2.1. Yüzeye Dik Çekme Direnci	56
3. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	59
3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER	59
3.1.1. Özgül Ağırlık.....	59
3.1.2. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı	60
3.1.3. Su Alma	62
3.1.4. Serbest Formaldehit.....	63
3.1.5. 80 °C Suda Bekletme Sonrası Kalınlık Artışı	65
3.1.6. Rutubet Miktarı.....	66
3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER	67
3.2.1. Yüzeye Dik Çekme Direnci	67
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	70
5. KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1.	Alkil keten dimerin (AKD) reaksiyon evreleri.	28
Şekil 1.2.	Selüloz lifi ve suyun AKD ile reaksiyon mekanizması	29
Şekil 1.3.	Yatık yongalı levhalarda üretim şeması	32
Şekil 1.4.	Tutkallama makinaları (blender)	36
Şekil 1.5.	Tutkal dozajlama ekipmanları	37
Şekil 1.6.	Serme makinaları	38
Şekil 1.7.	Ön pres	39
Şekil 1.8.	Yonga levha serme hattı	40
Şekil 1.9.	Kontinu pres	40
Şekil 1.10.	Levhaları soğutmak için kullanılan yıldız soğutucu	42
Şekil 2.1.	Yongalama makinası	43
Şekil 2.2.	Pallmann değirmen	44
Şekil 2.3.	Döner tanburlu kurutucu	44
Şekil 2.4.	Levha taslağının elle sıkıştırılması	46
Şekil 2.5.	Yonga levha taslağının hidrolik preste preslenmesi	47
Şekil 2.6.	Ölçüm noktası	49
Şekil 2.7.	Deney parçasının kalınlık ölçme yeri	51
Şekil 2.8.	Levha yüzeyine dik çekme mukavemetinin tayini için deney makinası	58
Şekil 2.9.	Levhaların yüzeyine dik çekme direnci için hazırlanan numuneler	58
Şekil 3.1.	Kalınlık artışı grafiği %	61
Şekil 3.2.	Su alma değerleri karşılaştırma grafiği %	63
Şekil 3.3.	Serbest formaldehit emisyon miktarı karşılaştırma grafiği	64
Şekil 3.4.	80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artış değerleri grafiği	66
Şekil 3.5.	Çekme değerleri karşılaştırma grafiği	68

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. Akd kimyasalının fiziksel ve kimyasal özellikleri	27
Çizelge 2.1. Deneme levhalarının üretim şartları	47
Çizelge 2.2. Deneme levhalarının üretim reçetesi	48
Çizelge 2.3. Formaldehit emisyonlarına göre yonga levhaların sınıflandırılması	53
Çizelge 3.1. Levhaların kg/m ³ yoğunluk değerleri çizelgesi	59
Çizelge 3.2. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların yoğunluk değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	60
Çizelge 3.3. Suda bekletme sonrası % şişme oranları çizelgesi	60
Çizelge 3.4. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların kalınlık değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	61
Çizelge 3.5. Su alma % değerleri çizelgesi	62
Çizelge 3.6. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların su alma değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	62
Çizelge 3.7. Serbest formaldehit emisyon miktarı değerleri (mg/100ml)	63
Çizelge 3.8. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların serbest formaldehit salınım değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	64
Çizelge 3.9. 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artışı % değerleri çizelgesi	65
Çizelge 3.10. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artış değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	65
Çizelge 3.11. Levhaların % rutubet değerleri çizelgesi	66
Çizelge 3.12. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların rutubet miktarı değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	67
Çizelge 3.13. Yüzeye dik çekme değerleri çizelgesi	67
Çizelge 3.14. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların çekme direnci değerlerine ilişkin varyans analiz sonuçları	68

SİMGELER VE KISALTMALAR

AKD	Alkil keten dimer
F	Fenol
G	Gram
Kg	Kilogram
MDF	Medium density fiberboard
M	Melamin
MG	Miligram
ml	Mililitre
Mm	Milimetre
N	Newton
PVA	Polivinil asetat
PVC	Polivinil klorür
°C	Santigrat derece
FA	Serbest formaldehit miktarı
S	Standart sapma
Ü	Üre

ÖZET

ALKİL KETEN DİMER KİMYASALININ YONGA LEVHADA PARAFİNE İKAME OLARAK KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI

Hasan IŞIK
Düzce Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi
Danışman: Doç. Dr. Cengiz GÜLER
Ağustos 2014, 93 sayfa

Son yıllarda odun bazlı panellerin geniş kullanım alanları sayesinde, uygulama alanları giderek artmaktadır. Ancak kullanım alanlarındaki rutubet şartları, sıvıya ve su buharına karşı olan hassasiyetleri kullanım yerlerini sınırlandırmaktadır. Bu nedenle suya karşı direnci yüksek olan AKD (Alkil Keten Dimer) reçinesi bu amaçla katkı maddesi olarak kullanılmıştır. AKD'nin kullanılması ile üretilen levhalarda su alışı verisi; kalınlık artışı, yüzeye dik çekme mukavemetini olumlu yönde etkilemiştir. Panellerin boyutsal stabilitesi; kullanılan tutkalın miktarına, levha yoğunluğuna, odun türüne, yonga geometrisine, blenderdaki karışım kalitesine ve pres şartları vb. bir çok proses çeşidine bağlı olmak değişkenlik gösterebilmektedir.

Bu çalışmada; hidrofobik madde olarak parafin ve AKD' nin sırasıyla % 0,3- 0,5- 0,8 oranlarda kullanıldığı levhalarda boyutsal stabilite özellikleri ile formaldehit emisyonu incelenmiş olup parafinli ve AKD kimyasalı kullanılarak üretilmiş yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri kontrol örnekleriyle karşılaştırılmıştır. Elde edilen testler sonucunda; AKD kimyasalı kullanılarak üretilen levhaların boyutsal stabilitesi iyileşmiştir.

Sonuçta AKD'nin kullanıldığı levhalarda önemli oranda fiziksel özelliklerde artış sağlanmıştır.

Anahtar sözcükler: Alkil Keten Dimer, Formaldehit, Parafin, Tutkal, Yonga Levha

ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF USE AS A SUBSTITUTE PARAFFIN TO ALKYL KETEN DIMER

Hasan IŞIK

Duzce University

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

Master of Science Thesis

Supervisor: Associate Prof. Dr. Cengiz GÜLER

August 2014, 93 pages

In the recent years, thanks to wide range of applications to wood-based panels, application areas are increasing. However, in the areas of usage; moisture conditions, liquids and water vapor which is limits the application areas of sensivity. Therefore, in the board production use with the high water resistance which is AKD resin; water exchange, increase in thickness, surface tensile strength are positive effect. Dimensional stability of the panels can be change; the amount of glue used, board density, wood species, chip geometry, the mixing quality in blenders and pres conditions etc. depending on the another process types.

In this study, particleboards were manufactured by using AKD chemical instead of paraffin. These particle boards were subjected to physical and mechanic tests. As a result of the tests, dimensional stability values of the boards manufactured by using AKD chemical were higher than the other boards.

Some physical and formaldehyde emission properties were investigated in boards that Paraffin and AKD was used by 0,3 %-0,5-0,8 respectively as hydrophobic material.

Consequently, dimensional stability is significantly provided and physical properties have improved in boards which AKD was used.

Keywords: Alkyl Ketene Dimer, Formaldehyde, Glue, Particle Board, Paraffin

EXTENDED ABSTRACT

THE INVESTIGATION OF USE AS A SUBSTITUTE PARAFFIN TO ALKYL KETEN DIMER

Hasan IŞIK
Duzce University
Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Forest Industry
Engineering
Master of Science Thesis
Supervisor: Associate Dr. Cengiz GÜLER
August 2014, 93 pages

1. INTRODUCTION:

In the recent years, thanks to wide range of applications to wood-based panels, application areas are increasing. And the people need to which boards have high water resistance, min. water exchange, high surface tensile strength properties. Dimensional stability of the boards are depended to the amount of glue used, density of the board, chips geometry, mixing quality, press conditions etc. In this study, dimensional stabilization of the board production with the use of AKD is expected to be significant.

2. MATERIAL AND METHODS:

Because of the wide range of applications to particle boards, the customer need to moisture resistance boards. So that, the board producers have started to use different kind of chemicals. One of these chemicals are paraffin and alkil keten dimer (AKD).

We took the wood chips from the Kastamonu Integrated Wood Company in Gebze particle board plant. Firstly, we were chipping raw material of the wood, and we cut again in the Pallmann flaker for small size of chips. After that we used to dryer machine and the finally, we send to machanical screens. The moisture of wood chips were % 1-2, press temperature 150-155 °C, press time (closing time) 4 min, press pressure 2,5-3 N/mm², surface layer portion %35, core layer portion %65, board thickness 13 mm and the size of board 500x500 mm.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS:

After adding to akd chemical to the other chemicals, we used a blender for the mixing to all chemicals and wood chips. We used a pattern for forming of the mixed materials.

And after pressed to the board, we had done some mechanical and physical tests. We have observed that after we added akd chemical, this chemical reacts to between cellulose fiber. After this reaction consist of β -keto esterbondings and thanks to these bonds, our boars a structure having a hydrophobic. Akd chemicals are increasing of the board mechanical and physical properties.

4. CONCLUSION AND OUTLOOK:

In this study we comparisioned that paraffin and alkil keten dimer chemicals. The added value of paraffin and akd % 0,3, % 0,5 and % 0,8 solid content of chemicals. End of the trial we tested of the particle board samples. The result of the boars which we added the akd chemicals are positive. The akd chemical increasing to dimensional stability of the board. As well as, increasing to mechanical and physical properties of the board. But, the cost of akd chemical three time expensive than paraffin.

1.GİRİŞ

1.1.GENEL BİLGİLER

Dünya nüfusunun artmasıyla birlikte, sosyal ve teknolojik koşulların gelişmesine paralel olarak orman ve orman ürünlerine olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Diğer yandan yeryüzü alanının sabit kalmasına rağmen orman alanlarının hızla azalmasıyla beraber odun işleyen endüstrilerin hammaddesi olan odun maliyeti de her geçen gün artmaktadır.

Orman ürünlerine olan ihtiyacı karşılamak için ormanlardan elde edilen lignoselülozik malzemelerin neredeyse %100' e yakın bir kısmının değerlendirilmesi gerekmektedir. Masif ahşap ürünler günümüze kadar yoğun bir şekilde kullanılmış ve şuanda da kullanılmaya devam etmektedir. Ancak masif malzemeyi işleyebilmenin ve uygun hammaddeyi bulmanın zorluğuyla beraber, maliyetinin yüksek olmasına karşı yük dayanımlarının her yerinde homojen olmayışı, kullanım yerlerine uygun olmayışı, mikroorganizmalara, mantarlara karşı mukavemetinin az oluşu, lif kıvrıklığı ve görsel anlamda her zaman ihtiyaca cevap veremeyişi vb. sebeplerin sonucunda yonga levha, liflevha ve tabakalı ağaç malzeme gibi alternatif lignoselülozik ürünler ortaya çıkmıştır. Bu tür odun kompozit malzemelerin üretimi masif odun üretimine göre daha az kusurlu ürünler elde edilebildiği gibi çeşitli endüstri atıklarının ve bitkisel atıkların değerlendirilmesine de olanak sağlamaktadır.

Yonga levhalar; birçok kullanım alanı için gerekli mekanik ve fiziksel özellikleri taşımaları, istenilen ebatlarda ve kalınlıklarda üretilebilmeleri, çivi, vida ve tutkal yardımı ile diğer malzemelerle kolaylıkla birleştirilebilmeleri, düzgün yüzeyde olmaları, koruyucu maddelerle mantar ve böceklere karşı direnç kazanabilmeleri ve hidrofobik maddelerle de su itici özellik kazandırılabilmesi, odun artıkları ve yıllık bitkiler gibi lignoselülozik ve lignoselülozik olmayan metaryalların hammadde olarak kullanılabilmesi, ikame ettiği diğer ürünlerden daha ucuz ve istenilen yüzey deseni ve çeşitli özelliklere sahip olmalarından dolayı üretimine daha fazla ihtiyaç duyulan bir ürün olarak piyasada yer almaktadır.

Orman bakım ve aralama çalışmalarından elde edilen ince çaplı odunlar ve kereste endüstrisi atıkları yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Böylece yonga levha üretimi dünya genelinde hızla artmaktadır. Bu alanda gerek makina ve ekipmanlarla ilgili, gerekse üretim teknolojisiyle ilgili yapılan araştırma faaliyetleri, yonga levha endüstrisine bir çok yenilik kazandırmıştır. Bu alanda araştırmalar devam etmektedir.

Bu çalışmada; yonga levha üretiminde parafin yerine alkil keten dimer (AKD) isimli kimyasalın kullanım olanakları araştırılmıştır.

1.2. YONGA LEVHANIN TANIMI VE SINIFLANDIRILMASI

“Yonga levha” deyiminin çeşitli yayınlarda birbirinden önemli farklılığı olmayan değişik tanımlara rastlanabilmektedir. Örneğin, 1957 yılında FAO tarafından yapılan uluslararası bir konferansta, yonga levha; küçük odun parçalarından ya da diğer lignoselülozik ham maddelerden (yonga, ince odun talaşı, kıymık, lif vb.) üretilen bir malzeme olup, bir organik yapıştırıcı ile birlikte sıcaklık ve basınç altında ve katalizör olarak rutubet gibi etkenlerin bir arada kullanılmasıyla elde edilen levhalardır.

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

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

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

Yonga levha odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkisel hammaddelerden elde edilmiş yongaların tutkallı yada tutkalsız olarak yüksek basınç ve sıcaklık altında yapıştırılması ve biçimlendirilmesi sonucunda oluşan geniş yüzey yüzeyli levhalardır (EN 309 1992).

Yonga levhaları belirli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır.

1. Özgül ağırlıklarına göre yonga levhalar üç kategoride toplanmaktadır (Bozkurt ve Göker 1985).

a. Düşük özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,590 \text{ gr/cm}^3$ ' ten daha düşük olan levhalardır.

b. Orta özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,590-0,800 \text{ gr/cm}^3$ arasında değişen levhalardır.

c. Yüksek özgül ağırlıktaki yonga levhalar: Özgül ağırlıkları $0,800 \text{ gr/cm}^3$ ' ten daha fazla olan levhalardır.

2. Tabaka sayılarına göre yonga levhaları üç gruba ayırmak mümkündür (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

a. Tek tabakalı (homojen) yonga levhalar

b. Üç tabakalı yonga levhalar

c. Çok tabakalı yonga levhalar

3. Yonga levhalar preslenme yöntemlerine göre iki sınıfa ayrılır (Bozkurt ve Göker, 1985).

a. Yatay yongalı levhalar: Bu tipte yongalar levha yüzeyine paralel şekilde durmaktadır. Preslemede ise basınç levha yüzeyine dik olacak şekilde uygulanmaktadır.

b. Dik yongalı levhalar (Okal): Bu tip levhalarda ise pres basıncı levha yüzeyine paralel yönde uygulanmaktadır ve yonga yönü levha yüzeyine paralel şekildedir.

4. Yonga büyüklüğüne ve geometrisine göre yonga levhaları dört sınıfa ayırabiliriz (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

a. Normal yonga levhalar (Particleboard): Bu tip yonga levhalarda kalınlıkları $0,25-0,40\text{mm}$, genişlikleri $2-6\text{mm}$ ve uzunlukları $10-25\text{mm}$ 'ye kadar olan yongalar kullanılmaktadır.

b. Etiket yongalı levhalar (Waferboard): Ortalama olarak kalınlıkları $0,5-0,7\text{mm}$, uzunluğu $35-75\text{mm}$ ve $25-40\text{mm}$ genişliğindeki yongalara Wafer, bunlardan üretilen levhalara ise Waferboard denilmektedir. Genellikle Kuzey Amerika'da çatı ve iç duvar kaplaması olarak kullanılan önemli bir yapı malzemesidir.

c. Şerit yongalı levha (Flakeboard): Genişlikleri 9-10mm olan, kalınlık ve uzunlukları Wafer ile aynı olan yongalardan üretilen levhalara verilen isimdir.

d. Yönlendirilmiş yongalı levha (Oriented Structural Board, OSB): Yonga uzunlukları 38-63mm, genişlikleri 6-25mm ve kalınlıkları 0,4-0,8mm' dir. Masif oduna kıyasla daha stabil, budak, çatlak gibi kusurları daha az içermekle beraber, kullanım yerine göre istenilen direnç özelliklerinde üretilebilirler. Özellikle prefabrik, mobilya yapımı, taban döşemesi, ev yapımı, tavan ve duvar örtüleri, depo inşaatı, ambalaj sandıkları ve inşaat kalıp tahtası gibi bir çok alanda üstün mekanik özellikleri sebebiyle yapısal olarak tercih edilmektedir.

5. TS EN 312'e (2005) göre, yonga levhalar yedi sınıfta incelenmektedir.

a. P1: Kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar

b. P2: Kuru şartlarda kullanılan iç mekan uygulamaları (mobilya dahil) için levhalar)

c. P3: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı olmayan levhalar.

d. P4: Kuru şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

e. P5: Nemli şartlarda kullanılan yük taşıyıcı levhalar

f. P6: Kuru şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

g. P7: Nemli şartlarda kullanılan ağır yük taşıyıcı levhalar

6. Kullanılan bağlayıcı madde türüne göre yonga levhalar, çimentolu ve sentetik reçineli olarak ikiye ayrılmaktadır. Anorganik yapıştırıcı kullanılanlarda hammadde olarak; çimento, tarımsal bitkiler, su ve ağaç yongası ile birlikte az miktarda kimyasal katkı maddeleri (CaCO₃, SiO₂, Al₂O₃ gibi) kullanılmaktadır. Bu tip yonga levhalar böcek ve mantar zararlıları tarafından tahrip edilememektedir (Bozkurt 1982). Sentetik reçineli levha üretiminde ise; izosiyanat, fenol formaldehit, üre ve melamin tutkalları kullanılmaktadır.

7. Yüzey kaplama malzemesi çeşidine göre yonga levhalar (Nemli 2000).

a. Sıvı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalar: Sıvı yüzey işlemlerinde desen baskı ve lake boya uygulanmaktadır (Soine 1973).

b. Katı yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalar: Diallyl

phthalate, melamin, polyester emdirilmiş kağıtlar, yüksek basınç (HPL) ve rulo-bobin laminantları (CPL), folyolar, fenolik kraft kağıtları, ahşap kaplama levhaları, polivinil klorür (PVC), polietilen kağıtlar, ısı transfer filmleri, vulkanize lifler, PVA(polivinil asetat) + üre ve üre + amonyum klorür esaslı kağıtlar ve lignin dolgulu laminantlardır (Anonim 1972).

8. Kullanım yerine göre yonga levhalar:

a. Kapalı mekanlarda kullanılanlar

b. Hava etkisine açık mekanlarda kullanılanlar olmak üzere iki gruba ayrılırlar.

1.3. YONGA LEVHA ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMMADDELER

1.3.1. Ağaç Malzeme

Aralama ve bakım çalışmalarından ve ağaçların budanması sonucunda elde edilen yuvarlak odunlar, tepe ve dal uçları, ağaç endüstrisi artıkları kullanılmaktadır. Yapacak maksatlı kullanılan odunun dışında kalan tüm odun hammaddesi yonga levha yapımında kullanılabilir, buna yakacak odun da dahil bulunmaktadır. TS 1351'e göre, boyu 0,5- 2 m, kalın uç çapı en fazla 20 cm, ince uç çapı en az 4 cm olan yuvarlak ve yarma odunlar, kalınlığı 20 cm'den küçük artık parçalar tane büyüklüğü en az 2 mm olan testere talaşları lif ve yonga odunu olarak kullanılabilir. Yonga levha üretiminde kullanılacak olan odunlarda böcek yeniği, eğrilik, budak, lif kıvrıklığı, çatlaklar vb. bulunmasında bir mahsur yoktur. Odunlarda kabuk olmamalı, çürüklük bulunmamalı ve öz çürüklüğü ise enine kesitin yarısına kadar olmasına müsaade edilmektedir (TS 1351 1974).

Levha endüstrisinde kabuk içermeyen odun hammaddesi istenir. Ancak, yongalar genellikle kabuğu soyulmamış odunlardan elde edilir. Kabuk kumlu olmadığı sürece kullanılmasında fazla sakınca yoktur. Genellikle son zamanlarda yonga levha endüstrisinde kabuğun değerlendirilmesine yönelik çalışmalar hız kazanmıştır (Özen 1980). Yapılan çalışmalarda; orta tabaka yongalarına belirli oranda ağaç kabuğunun yada kabuk ekstratının karıştırılmasıyla üretilen yonga levhaların öngörülen mekanik özellikleri karşıladığı, kalınlığına şişme ve formaldehit emisyonunun da iyileştiği görülmüştür (Wellons ve Kralimer 1973, Chow 1972, Chow 1975, Chow ve Pickles

1972, Muszynski ve Macnatt 1984, Maloney 1973, Place ve Maloney 1975, Blanchet ve diğ. 2000, Pasilliad ve Voulgaridis 1999, Yemele ve diğ. 2008).

Yonga levha üretiminde çok çeşitli ağaç türü kullanılmaktadır. Bunların başında iğne yapraklı ağaç odunları (çam, ladin göknar vb.) olmak üzere, geniş yapraklı ağaç türlerinden kavak, kızılâğaç, söğüt, kayın ve huş gibi ağaç türleri de kullanılmaktadır. Çeşitli ağaç türlerinin yonga levha üretiminde değerlendirilmesi konusunda değişik araştırmalar yapılmıştır. Kalaycıoğlu (1991), Sahil çamının (*Pinus pinaster* Ait), Baştürk (1993) Boylu ardıç (*Juniperrus excelsa* Bieb.) odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini belirlemiştir. Karacalıoğlu (1974) ve Öktem (1979) orman gülü odunlarının yonga levha üretiminde kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Nacar (1997), Okaliptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehn.) odunlarının yonga levha üretiminde değerlendirilmesi olanaklarını araştırmıştır.

1.3.2. Yıllık Bitkiler

Hammaddesi odun olan endüstrilerin sayılarındaki artışla beraber odunun büyük oranlarda kullanılması, ormanlar açısından tehlikeli bir hal almıştır. Artan odun talebiyle beraber hammadde fiyatlarındaki artış da yonga levha endüstrisinde yıllık bitkilerin kullanılması imkanlarının araştırılmasına sebep olmuştur. Yapılan çalışmalarda, ayçiçeği sapları (Grigoriou ve Ntalos 2001), kenevir, keten (Tröger ve diğ. 1998, Papadapulos ve Hague 2003), pirinç çeltiği (Gerardi ve diğ. 1998), pamuk sapı (Güler ve Özen 2004, Alma ve diğ. 2005, Thole ve Weiss 1992), çay fabrikası atıkları (Örs ve Kalaycıoğlu 1991, Nemli ve diğ. 1998). Bunlara ek olarak bambu kamışı, göl kamışı, mısır sapları, asma sapı vb. bitkilerin odunsu kısımlarının bu alanda kullanılması uygundur.

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

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

Poblo ve Ark, muz saplarından 590-640 ve 670-720 kg/m³ özgül kütleyle sahip yonga

levhalar üretmiştir. %10 oranında üre formaldehit reçinesi kullanılarak üretilen levhalardan, yüksek özgül kütlede üretilen levhaların düşük özgül kütlede üretilen levhalara kıyasla mekanik ve fiziksel özelliklerinin daha da arttığı belirtilmektedir.

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

Pamuk sapsarı kullanılarak üretilen yonga levhaların bazı teknolojik özellikleri araştırılmış ve bu materyallerden üretilen yonga levhaların standartlara uygun olduğu belirlenmiştir (Güler 2001).

Ancak bu yıllık bitkilerin yeterli miktarda olmaması, taşınması, toplanması, depolanması ve hazırlanmasının kolay ve ekonomik olmayışı vb. sebeplerden dolayı kullanımları pek fazla tercih edilmemektedir.

1.3.3. Kimyasal maddeler

Yonga levhanın üretiminde birçok kimyasal madde kullanılmaktadır. Bunlar; organik ve anorganik tutkallar, sertleştiriciler, hidrofobik maddeler, mantar, böcek ve yangına karşı koruyucu vb. maddelerdir.

1.3.3.1. Organik tutkallar

Organik yapıştırıcılar hayvansal, sentetik ve bitkisel tutkallar olmak üzere üçe ayrılmaktadırlar. Sentetik tutkallar bu endüstride kullanılmaktadır. Çözelti halindeki tutkalların raf ömrü yaklaşık üç ay kadardır. Toz halindeki tutkalların dayanım süresi ise yaklaşık olarak altı ay kadardır (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

Genellikle yonga levha endüstrisinde kullanılan sentetik tutkallar duroplastik tutkallar (Aminoplastlar = Üre formaldehit, Melamin formaldehit ve Fenoplastlar = Fenol formaldehit ve Resorsin formaldehit)'dir. Duroplastik tutkallar ısıtıldıklarında önce yumuşamakta fakat daha fazla ısıtıldıklarında yeniden yumuşamamak üzere sertleşmektedirler. Kullanım kolaylığı, ekonomik oluşu ve sıcak preslemede sertleşme süresinin kısa olması gibi sebeplerden dolayı yonga levha üretiminde genellikle üre formaldehit tutkalı kullanılmaktadır. Beyaz renkli ve şeffaf olduğundan genel amaçlar için üretilen yonga levhalarda kullanılmaktadır. Fenol formaldehit tutkalları ise açık

havada şartlarında ve dış cephelerde kullanılacak levhalar için uygundur.

1.3.3.1.1. Üre Formaldehit

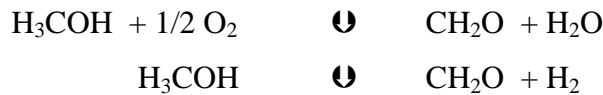
Ekonomikliği, kullanım teknolojisinin kolaylığı ve teknik üstünlükleriyle yonga levha sanayisinde %90 oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen, 2009). Üre formaldehit sulu ortamda dağılmış, üre ve formaldehitin yüksek moleküllü ağır polimerleridir. Üre ile formaldehitin yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür. Hem kuru hem de sıvı hallerde elde edilebilmektedir. Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristal halinde bir madde olup, amonyak ve karbondioksidin birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Huş 1997).

Üre formaldehit tutkalı ucuzluğu, kullanma teknolojisinin kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeniyle bugün Avrupa'da sarf edilen tutkalların % 90'ını oluşturur (Özen, 1981). Üre formaldehit tutkalı ürenin formaldehitle kademeli bir şekilde yaptığı bir kondenzasyon ürünüdür.

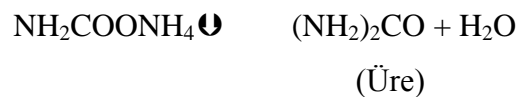
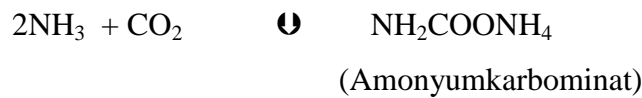
Formaldehit metanolden, metanol ise maden kömürü, oksijen ve hidrojeninden (oksidasyon hidrolizi yoluyla) elde edilmektedir.



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



Üre renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözünebilen kristalin halinde bir bileşik olup, NH₃ ve CO₂ birleştirilmesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Ara madde olarak Amonyumkarbominat meydana gelmekte, buna amonyak ilave edildiği takdirde üre ve su oluşmaktadır.



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

Üre formaldehit tutkalı 3 kademeli bir reaksiyon sonucu oluşur. 1. kademede formaldehit ile üre bir katılma reaksiyonu sonucu birleşir. 2. kademede sertleştirici maddeler ile sıcaklığın etkisi sonucunda meydana gelen üre ve formaldehit birbiri ile kondanse olur. 3. kademede sertleştirici maddenin alkali ile nötrleşmesi yoluyla kondenzasyon reaksiyonu durdurulur (Anon 1975).

Kondenzasyon henüz suda çözülebilir durumda iken reaksiyon hafif asitik olan çözeltilinin soğutulması ve nötrleştirilmesi yani pH 7 – 7.5 arasında tutulması suretiyle durdurulur. Üre ve formaldehit arasındaki reaksiyon hızı seyri, çeşitli kondenzasyon kademelerindeki pH değeri, üre ve formaldehit arasındaki mol oranı, kondenzasyon sırasında çeşitli bileşiklerin konsantrasyonu, kondenzasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörlerden etkilenir. Kondenzasyon tutkallama işleminde sertleştiriciler ve ısı yardımıyla yeniden başlatılır. Hızlı bir sertleşme için katalizatörlere gerek vardır. Sıcak preslemede sertleştirici madde olarak amonyumklorür (NH₄Cl) veya amonyum sülfat kullanılır (Özen 1980).

Üre formaldehit; oduna seluloz zincirlerinin (OH⁻) grupları ile bağlanır. Dispersiyonun sulu olması ve polar özelliği sebebiyle yongaları iyi ıslatır. Tutkal oranları odun yongalarının sertliğine göre değişir. Tam kuru ağırlığına oranla yumuşak odunlar için % 7-10, sert odunlar için % 5-7 oranında tutkal kullanılır. Yapı malzemesi olarak kullanılan üç tabakalı yonga levhaların iç kısımlarında tam kuru tutkal miktarı % 5-8 arasında, dış tabakalarda ise % 9-12 arasındadır.

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

Üre formaldehit tutkalı ısıtıldığı zaman kısa sürede sertleşir. Sertleşme hızı, sıcaklık ve rutubete bağlı olarak 15-120 saniye arasında gerçekleştiği, yapıştırma direnci yüksek ve rengi açık olduğu için diğer tutkallardan daha avantajlıdır (Huş, 1977).

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

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

Üre formaldehit reçinesinin özellikleri arasında; ısıtıldığı zaman hızlı bir şekilde sertleştiğini, renginin açık olduğunu ve yapışma direncinin yüksek olduğunu belirtmek mümkündür (Anonim 1975). Üre formaldehit, MDF ve yonga levha üretiminde kullanılan en yaygın tutkallardandır. Dünya çapında, üre formaldehit tutkalının %70' e yakın bir kısmı orman ürünleri sanayisinde kullanılmaktadır. Yapılan araştırmalara göre bu tutkal; %61 oranında yonga levha, %5 oranında kontrplak, %7 oranında dekoratif yüzey kaplama malzemesi üretiminde ve %27 oranında MDF üretiminde kullanılmaktadır. Üre formaldehit tutkalının avantaj ve dezavantajları aşağıda açıklanmıştır (Nemli ve Aytaç 2002, Pizzi 1983, Goncalves ve diğ. 2008).

- a. Güçlü adhezyon özelliğine sahiptir.
- b. Düşük sıcaklıklarda hızla sertleşmektedir.
- c. Suda çözünebilir.
- d. Kokusuzdur.
- e. Tutuşmaz.
- f. Kısmen opak bir özellik arz etmektedir.
- g. Fiyatı ucuzdur
- h. Çok iyi termal özelliklere sahiptir.
- i. Sertleşmiş tutkal filmi renksizdir.
- j. Rutubet ve suya karşı dayanıksızdır.
- k. Formaldehit emisyonu yüksektir.

Üre formaldehit tutkalı yongalara yada liflere sulu çözelti halinde uygulanmaktadır. Isı etkisi altında sertleştirici ilavesi ile üç boyutlu, çapraz bağlı hal almakla beraber, üre ve formaldehitin kondenzasyonu ile üretilmektedir. Üre formaldehit sentezi iki aşamada olmaktadır. İlk aşamada amino gruplarına formaldehit ilavesi ile üre hidroksimetillenmiş bir hal almaktadır. Bu aşamada; mono, di ve trimentilol üre oluşmasına öncülük eden reaksiyon serisidir. Tetra metilol üre fazla miktarda oluşmaz. Formaldehitin üreye ilavesi belirli bir pH değerinde gerçekleşmektedir. Reaksiyon oranı; pH değeri, reaksiyon koşulları ve ilave katkı maddelerine bağlıdır (Conner 2001).

İkinci kademe, metilol ürenin düşük molekül ağırlıklı polimerlere kondenzasyonu kapsamaktadır. Kondenzasyon reaksiyonları pH değerine bağlı olmakla beraber, asidik koşullarda üre formaldehit tutkalının molekül ağırlığındaki artışın formasyona öncülük eden aşağıdaki reaksiyonların bir kombinasyonu olacağı düşünülebilir (Nemli ve Çolak 2002).

a. Metilol ve amino gruplarının reaksiyonu sonucu amin grupları arasında metilen köprülerinin oluşması

b. İki metilol grubu arasındaki reaksiyon sonucu metilen eter zincirlerinin oluşması

c. Formaldehitin ayrılması ile metilen eter köprülerine dönüşmesi

d. Metilol gruplarının reaksiyonu sonucu metilen metilen köprülerinin oluşması.

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

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

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

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

Üre formaldehit tutkalları, süreklilik arz eden ıslanma ve kurutma periyotlarına karşı dayanıklı olmayıp 60 °C ve % 60 bağıl nem koşullarında bozunmaya başlamaktadır. % 15-20' lik odun rutubeti 60 °C'nin altında üre formaldehit tutkalının degradasyonunu hızlandırmaktadır. Fenolik veya polifenolik tutkalların aksine aminoplastik tutkallar genellikle sertleşmeden sonra açık renkli, görünmeyen bir tutkal hattı oluştururlar. Bununla birlikte asidik sertleştiriciler tutkal hattında açık sarıdan koyu kırmızıya kadar değişen renk bozukluklarına yol açabilirler. Bu sakıncalı durumu ortadan kaldırmak için sertleştirici ya tutkaldan önce püskürtülmeli veya malzeme yüzeyine daha sonra uygulanmalıdır. Goncalves, Lelis ve Oliveria'a (2008) göre, üre formaldehit tutkalına %10, %15 ve %30 oranında tanen karıştırılması durumunda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin etkilenmediğini tespit etmişlerdir.

Üre formaldehit tutkalının önemli problemlerinden olan formaldehit emisyonunu azaltmak için aşağıdaki önlemler alınabilir:

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

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

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

Üre formaldehit tutkalının modifikasyonu aşağıdaki işlemlerle sağlanabilir:

- a. Tutkal sentezi sırasında direkt olarak polyamin karıştırılması
- b. Amonyum klorür yerine sertleştirici olarak polyamin hidroklorürün kullanımı
- c. İki koşulun birlikte uygulanması (Nemli ve Aytaç 2002).

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

1.3.3.1.2. Melamin formaldehit

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

- a. Suya karşı daha dirençlidir,

b. Isı stabilitesi daha yüksektir,

c. Düşük sıcaklıklarda ve sertleştirici katılmaksızın sertleşebilirler.

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

Melamin formaldehit tutkalına % 10-15 resorsin katılmak suretiyle, ahşap levhalara metal yapıştırılabilir. Melamin formaldehit tutkalı kaplama en ekleme ve yüksek frekansla tutkallamada da kullanılabilir. Melamin üre formaldehit tutkalı üre formaldehit tutkalına göre suya karşı daha dayanıklıdır. Melamin üre formaldehit tutkalı Melamin veya resorsin formaldehit tutkallarından daha ucuzdur. Fenol formaldehit tutkalına göre daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmektedir (Anonim 1975).

Yonga levha üretiminde kullanılmak üzere iyi bir melamin üre formaldehit tutkalının hazırlanması için en uygun üretim metotları hakkında üç tip formülasyondan bahsedilmektedir (Çolakoğlu ve diğ, 2002).

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

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

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

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

Kontrplak ve yonga levha üretimi için kullanılan melamin formaldehit tutkalı, dekoratif

kâğıtların emprenyesinde kullanılanlardan oldukça farklı karakteristiklerde hazırlanmaktadır. Kağıt emprenyesinde kullanılan melamin formaldehit reçinesinin kağıt tabakasına penetrasyonu için viskozitesi daha düşük, katı madde oranı ise daha yüksektir. Buna karşılık kontrplak ve yonga levha üretiminde kullanılan melamin formaldehit reçineleri odun tabakasına daha düşük oranda penetrasyonunu sağlamak için genellikle daha viskozdur. Aksi halde yapıştırıcının bir kısmı odun içine penetre olarak yapışmaya katkı sağlamaz. Kağıt tabakalarının emprenyesinde istenen kağıda iyi bir penetrasyon ve hızlı sertleşme gibi karakteristikleri melamin formaldehit tutkalının hazırlanması sırasında bazı yöntemlerle sağlanabilir. Üretim sırasında metilol grupları oranının artırılması veya kondenzasyon derecesinin düşük tutulması ile kâğıt tabakasının emprenyesine uygun melamin formaldehit tutkalı elde edilir (Anonim 1975).

1.3.3.1.3. Fenol Formaldehit

Fenol formaldehit tutkalı alkali bir katalizör yardımı ile formaldehit ve fenolün kondenzasyonu suretiyle elde olunmaktadır. Bu tutkal sıcakta sertleşen reçineler grubuna girmektedir. Fenol formaldehit tutkalları resol ve novalak tipi olmak üzere iki grupta toplanmaktadır (Anonim 1975).

Formaldehit/fenol <1 (1: 1.6 – 1: 2.5) olmak üzere fenol ile formaldehitin asidik katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine novalak adı verilmekte olup alkali çözücülerde çözünmektedir. Novalağa sertleştirici olarak paraformaldehit katılmaktadır. Formaldehit/fenol >1 (1.5–2) olmak üzere fenol ile formaldehitin alkali katalizörler yardımı ile kondanse edilmesinden elde edilen fenol reçinesine resol denilmektedir (Sellers 1985).

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

Yapılan bir çalışmada çam kabuğu kullanımının arttırılması ve kullanılan fenol formaldehit tutkalının miktarının azaltılmasıyla serbest formaldehit emisyonunun azaldığı belirlenmiştir (Chen ve diğ. 2006).

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

1.3.3.1.4. Resorsin Formaldehit

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

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

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

Resorsin formaldehit tutkalı fenol formaldehit tutkalı ile karşılaştırıldığında daha düşük sıcaklıklarda sertleşebilmekte ve daha uzun süreli depolanabilmektedir. Resorsin açık

hava koşulları ve kaynamış suya karşı dayanıklıdır. Gemi ve uçakların ağaç malzeme kısımlarının tutkallanmasında kullanılır. Ayrıca, gerek sentetik gerekse doğal kauçuğun, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılması içinde uygundur (Huş 1997).

1.3.3.1.5. İzosiyanat

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

1.3.3.2. Termoplastik Tutkallar

Teorik olarak termoplastik tutkallar yonga levha üretiminde yalnız veya içerisine üre formaldehit ya da fenol formaldehit ilave edilerek kullanılabilir. Fakat bunlarla yapıştırılmış levhalar yüksek sıcaklıklarda kolayca deforme olurlar. Bu nedenle yonga levha üretiminde bunların herhangi bir önemi yoktur (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

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

Po1ivinil asetat tutkalı (PVA); su, kömür, kireç ve sirke asitinden üretilir. Kok kömürü ile sönmüş kireç elektrik fırınlarında kızdırılarak karpit haline dönüştürülür. Karpite su etki ettirilerek asetilen gazı elde edilir. Asetilen ile sirke asidi, vinil esteri meydana getirirler. Vinil ester moleküllerine monomer adı verilir. Bu küçük moleküller, istenilen molekül ağırlığı basamağına erişilinceye kadar birbirlerine bağlanabilirler. Binlerce monomer birleşerek polimerleri oluştururlar. Bu kimyasal olaya polimerleşme denilir. Polimerleşme, aynı veya benzer moleküllerden birçoğunun, molekül ağırlığı yüksek olan yeni ve büyük bir molekül vermek üzere birleşmeleridir. Vinil ester, açıklanan

yöntemle polimerleştirilerek polivinil asetat (PVA) elde edilir. Polimerleşme olayı yönlendirilebilir. Bu şekilde farklı özelliklere sahip polivinil asetat tutkalı da üretilebilir. Katkı maddesi olarak sertleştirici, yumuşatıcı, organik ve anorganik katkı maddelerinden de yararlanılarak, tutkalın değişik kullanım alanlarına uyumu sağlanır (Burdurlu 1994). Levha endüstrisinde kullanılmamaktadır.

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

1.3.3.3. Doğal Tutkallar

Bu grupta soğuma ile yapışma sağlayan hayvansal tutkallar, sıcakta sertleşen kan albümini, iç kimyasal reaksiyon sağlayan kazein, tanen, sülfat atık suyu ve soya fasulyesi gibi bitkisel yapıştırıcılar yer almaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

Yonga levha endüstrisinde doğal tutkalların kullanımı oldukça düşük orandadır. Bitkisel tutkalların, gelecekte yonga levha endüstrisinde önemli bir yer tutacağı tahmin edilmektedir. Hayvansal tutkallar olarak bilinen kazein ve kan tutkalları çok az miktarda üretilmekte olup bunlardan sadece modifikasyon maddesi olarak yararlanılmaktadır. 1950'li yıllarda, sentetik reçinelerin pahalılaşmasına paralel olarak, sülfat atık suyu ve ligninin yonga levha üretiminde kullanılabilme imkânları araştırılmış ve bu sanayi dalında kullanılabilmesi saptanmıştır (Kalaycıoğlu 1987, Çetin ve Özmen 2002).

Soya fasulyesi tutkalı, soya fasulyesinden yağın ekstraksiyon yolu ile çıkarılmasından elde edilmektedir. Kontrplak endüstrisinde yapılan bir çalışmada pirinç çeltiğinden elde edilen tutkalın polimerik metilen difenildiizosiyanat ile birlikte yonga levha üretiminde kullanılabilir bir özellik taşıdığı saptanmıştır (Pan ve diğ. 2005).

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

Tanen; odun ve ağaç kabuklarından ekstraksiyon yolu ile elde edilmekte ve açık hava

şartlarında kullanılacak yonga levha üretimine uygun olmaktadır. Sülfite atık suyu, selüloz üretimi sırasında elde edilir. Kuvvetli asitlerden olan sülfürik asit ile basit bir asitlendirmeye maruz bırakılan sülfite atık suyu sıcaklık ve basınç ortamında yonga levhalarda suya dayanıklı bir yapıya sağlayabilmektedir. Ayrıca odun hücrelerinin doğal yapıştırıcısı olan lignin yapıştırıcı madde olarak yonga levha üretiminde kullanılmaktadır. Kabuk tanenlerinin yonga levha üretiminde tutkal olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir (Heinrich ve diğ. 1996, Garnier ve diğ. 2002).

Üzüm posasından ve çam ağacından elde edilen tanenin, yonga levhala üretiminde yapıştırıcı madde olarak kullanılabilmesi tespit edilmiştir (Ping ve diğ. 2011, Senado-Mendoza ve diğ. 2010).

Glutin tutkalı; tabakalı ağaç malzemelerde ve el sanatlarında kullanılmaktadır. Bu tutkalın esasını deri ve kemikte bulunan yapıştırma özelliğindeki iskelet albümin maddesi oluşturmaktadır (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

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

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

Buğdaydan elde edilen gluten tutkalı yonga levha üretiminde kullanılmış ve üretilen levhalar standartlara uygun bulunmuştur (Khosravi 2011).

1.3.3.4. Anorganik Tutkallar

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

özellikleri standartlara uygun çıkmıştır (Erakhruman ve diğ. 2008).

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

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

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

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

Diğer bir çalışmada, okaliptus (*Eucalyptus urophylla*) ağacından elde edilen yongalar ve portland çimentosu kullanılarak üretilen yonga levhaların döşeme paneli olarak kullanılması uygun görülmüştür. Yapılan testler sonucunda üretilen levhaların iyi boyutsal stabilite ve mekanik dirençlere sahip olduğu belirlenmiş ayrıca, yüksek bağıl nem şartlarında kullanıma uygun olduğu saptanmıştır (Latorraca ve diğ. 2009).

1.3.4. Katkı Maddeleri

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

1.3.4.1. Sertleştirici Maddeler

Üretimde tutkal çözeltisi, hazırlanışından preslenmeye kadar sertleşmemeli, fakat preste hızla sertleşmelidir. Bu çelişkili problem çözelti içine sertleştirici ve engelleyici maddeler karıştırmakla önlenir (Kalaycıoğlu ve Özen 2009). Yonga levha endüstrisinde kullanılan sertleştirici maddeler, kullanılan tutkal türüne göre değişmektedir.

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

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

Amonyum sülfat tutkaldaki serbest formaldehit ile tepkimeye girerek sülfürik asit oluşturur ve böylece pH değeri azalır. Oluşan bu asidik durum kondenzasyon reaksiyonunun devamına sebep olur ve neticede sertleşmiş tutkal bağı elde edilir. pH değerindeki azalma ortamdaki serbest formaldehit ve sertleştirici miktarına bağlıdır ve ısı ile hızlandırılabilir (Dunky 1998).

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

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

Melamin formaldehit, herhangi bir sertleştirici katılmaksızın 90–140 °C'de ki sıcaklıklarda sertleşmektedir. Sertleşmenin hızlandırılabilmesi için amonyum klorür veya potasyum persülfat gibi tuzlar kullanılabilir.

1.3.4.2. Hidrofobik Maddeler

Yonga levha üretiminde tutkal dışında boyutsal stabilite sağlamak ve levhanın su alarak şişmesini, kalınlık artışını önlemek için çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. En çok kullanılan hidrofobik madde parafindir. Genellikle, iğne yapraklı ağaçlarda tam kuru yonga ağırlığına oranla % 0.3–0.5, yapraklı ağaçlarda ise % 0.5–1 oranında parafin kullanılmaktadır.

Yonga levhanın su alarak şişmesini önlemek amacıyla hidrofobik maddeler kullanılır. Bunlar levhanın su almasını tamamen önleyemezler. Ancak su alma hızını yavaşlatırlar. Böylece levha, kısa süre su veya yüksek miktarda rutubete maruz kalırsa, bundan etkilenmez (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

Yapılan bir çalışmada, maleik anhidrit kullanımı yonga levhalara su iticilik kazandırmıştır (Büyüksarı ve diğ. 2012). Diğer bir çalışmada, proponik anhidrit kullanımı yonga levhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır (Papadopoulos ve Gkaraveli 2003). Yusuf (1996), odun yongalarının su buharı ile muamelesi sonucu yonga levhanın boyutsal stabilizasyonunun arttığını bildirmiştir. Unchi'e (1996) göre, odun liflerinin asetilasyonu boyutsal stabilize üzerinde pozitif etki meydana getirmektedir.

1.3.4.2.1. Alkil Keten Dimer

Alkil keten dimer (AKD), nötral / alkali kağıt yapımında kullanılan, en yaygın yapıştırma ajanıdır. Son yıllarda odun bazlı panellerin geniş kullanım alanları sayesinde, uygulama alanları giderek artmaktadır. Ancak kullanım alanlarındaki rutubet şartları, sıvıya ve su buharına karşı olan hassasiyetleri kullanım yerlerini sınırlandırmaktadır. Aslında üretilen ürünlerin değişken karakterde olmalarını, onların rutubetleri belirlemektedir. Su alış verişi; şişme, çekme ve yüzeye dik çekme mukavemetini etkilemektedir. Sonuç olarak rutubet, odunla tutkal arasındaki kuvvetli bağların azalarak zayıflamasına yol açmaktadır.

Panellerin boyutsal stabilitesi; kullanılan tutkalın miktarına, levha yoğunluğuna, odun türüne, yonga geometrisine, blenderdaki karışım kalitesine ve pres şartları vb. bir takım proses çeşidine bağlı olmak üzere değişiklik gösterebilmektedir. Yüksek boyutsal stabiliteye sahip paneller üretebilmek amacıyla odunun modifikasyonunu içeren birçok kapsamlı çalışma yapılmıştır. Bunlar hücre duvarı polimerlerinin değişmesine yada

değişmemesine bağlı olarak, aktif ve pasif metotlar olarak farklılaşabilmektedirler. Birçok çalışma sonucunda, odun bazlı panellerin su itici özellik kazanmasında, makromoleküler bileşiklerin termal işleme uğramış olmasının da etkili olduğu ortaya çıkmaktadır.

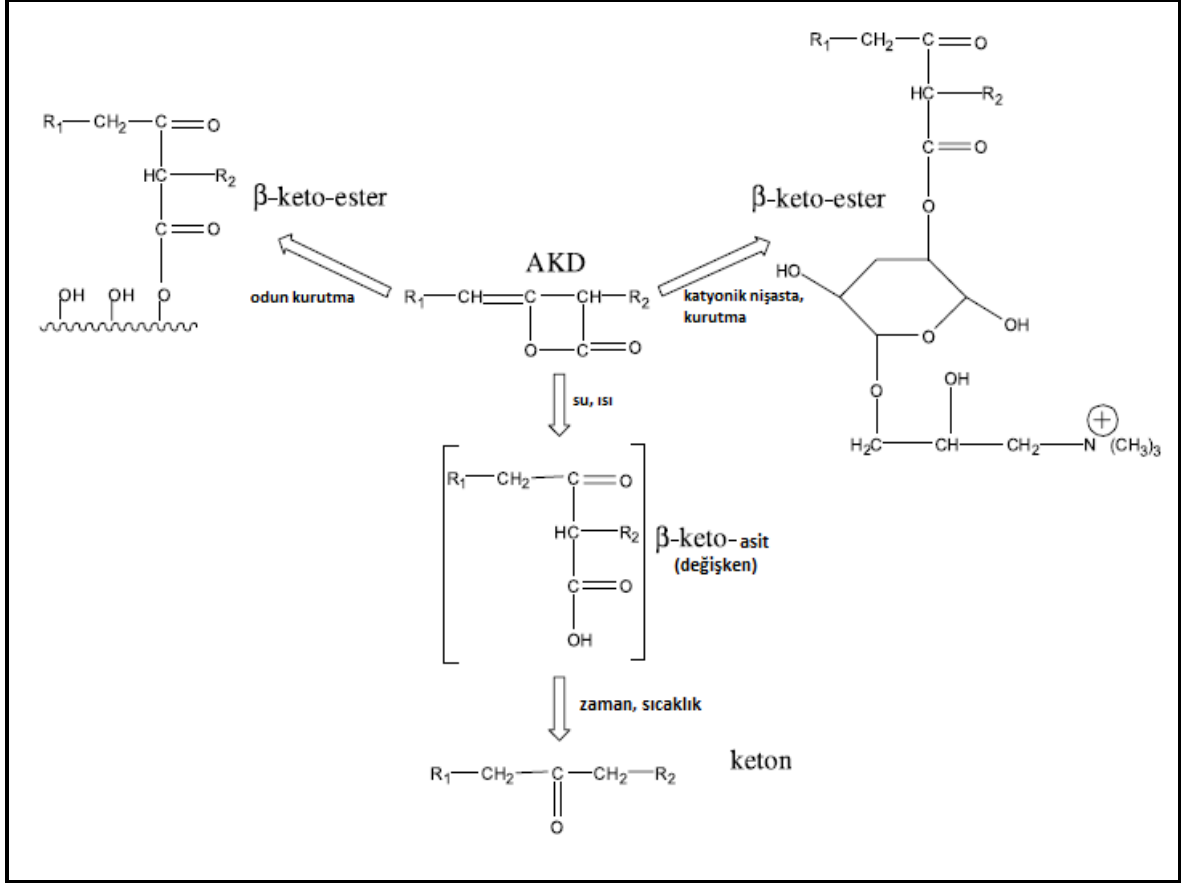
Çizelge 1.1. Akd kimyasalının fiziksel ve kimyasal özellikleri

AKD'nin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	
Fiziksel durumu, renk ve koku	: Kokusuz, beyaz emülsiyon halinde
pH	: 2.6 ~ 3.1
Katı madde	: % 20
Viskozite	: Max 20 cps
Kaynama noktası	: 100 °C ve üzeri
Donma noktası	: -3 °C
Buhar basıncı	: < 0.01 mmHg
Özgül ağırlığı	: 1.0 ~ 1.1
Suda çözünbilme	: Tamamen çözünür

Kimyasal ve ısıl modifikasyon karşılaştırıldığında, emprenye ile modifikasyon methodu pasif prosedürlerden biri olarak adlandırılmaktadır. Böyle aşamalar, düşük molekül ağırlığındaki bir çözeltinin, hücre duvarlarına nüfuz etmesi ve ardından polimerleşme işlemini içeren bir emprenye aşamasını kapsamaktadır.

Fenol formaldehit tutkalları, yonga levha ve OSB yongalarının emprenye edilmesinde kullanılarak, levhaların suyla karşılaştığında şişme miktarlarında azalma sağladığı görülmüştür. Yongaların izosiyanat bağlarıyla bağlandığında ise yüksek boyutsal stabiliteye sahip levhalar üretebildiği gösterilmiştir.

AKD' nin yonga levhada boyutsal stabiliteyi iyileştirdiği gösterilmiştir (Hundhausen et al.2008). AKD ile yüzeyi iyileştirilmiş kaplamaların yüzey temas açısı ve sıvının yüzeyde kalma / damlama miktarı ölçüldüğünde yüzey ıslanabilirliğinin azaldığı gözlemlenmiştir. β - keto esterle bağlanarak öncelikli olarak hidrofobiklik kazanır. FTIR spektroskopinin kullanıldığı ekstraksiyon çalışmalarında, sadece küçük bir miktar AKD nin kullanılmasıyla, odun hidroksil gruplarının esterleşme gösterdiği anlaşılmıştır. Ayrıca odun hidroksillerinin esterleşmesinde AKD, suyla hidrolize yada katyonik nişastayla esterleşmeye de maruz kalabilir. β -keto ester bağlarının, odun cipslerinin sıcak presleme esnasında ısıyla parçalanabilen bir yapıda olduğu unutulmamalıdır.



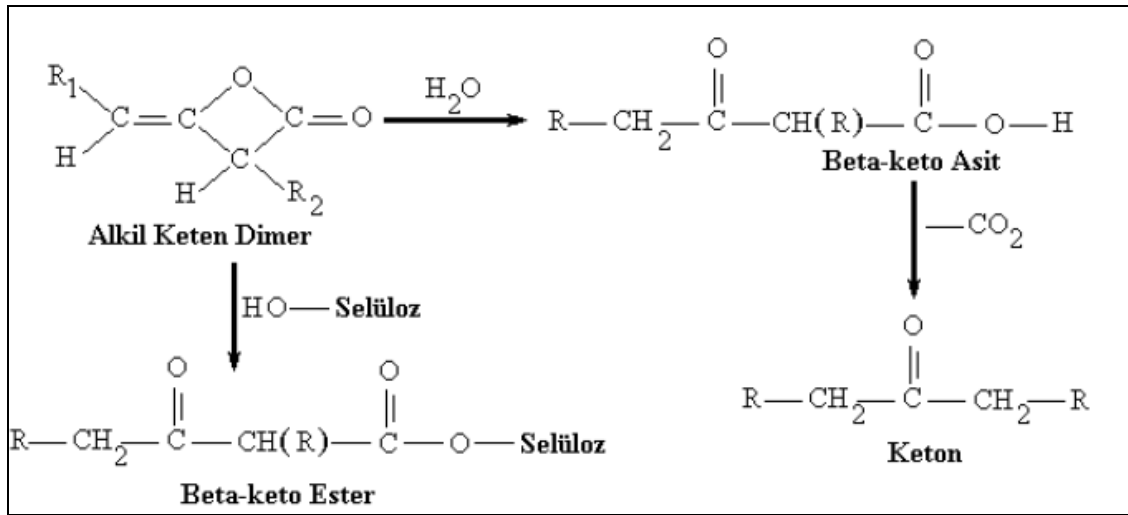
Şekil 1.1. Alkil Keten Dimer' in (AKD) reaksiyon evreleri

AKD, alkali kağıt yapımında en çok kullanılan iç yapıştırıcıdır. Wilmsmore 1907'de ilk defa keten monomerini ($\text{CH}_2=\text{C}=\text{O}$) bulan birisi olarak, AKD üzerine çalışmaları ilk başlatan araştırmacı kabul edilir. Daha sonra Saurer 1947'de keten dimeri elde etmiş ve nihayet 1953'te Downey uzun hidrokarbon zincirleri bulunan ve kağıtta iç yapıştırıcı olarak kullanılmaya uygun ilk alkil keten dimeri üretmeyi başarmıştır. 1980'lerde piyasaya sunulan ve 1990'larda büyük kabul gören AKD, genellikle ticari yağ asitlerinden ve özellikle stearik asitten elde edilir (Roberts 1992, Roberts 1996, Karademir ve diğ. 2002). AKD veya başka bir yapıştırma kimyasalının kâğıtları sıvılara karşı dirençli hale getirebilmesi için aşağıdaki şartları yerine getirmesi gerekir (Roberts, 1996 Karademir 2002).

1. Yüksek derecede hidrofobik olmalıdır.
2. Selüloz lif yüzeylerine düzenli olarak dağılabilmeli ve absorbe olabilmelidir.
3. Lif yüzeylerine sağlamca tutunmalı ve hidrofobik tarafı lif yüzeyinden dışa uzamalıdır.

4. Asit ve alkali kimyasal maddelerin etkisine dayanıklı olmalıdır.

Selüloz lifi ve suyun AKD ile reaksiyon mekanizması şekil 1,2' de gösterilmiştir (Karademir 2002; Cates ve diğ. 1986). AKD ile selüloz arasındaki bu reaksiyon AKD yapıştırma mekanizmasında β -keto ester bağlarını oluşturur. Bu kovalent bağ formasyonunda lif yüzeylerden uzaklaşmakta hidrofobite dışarıya doğru azalarak yönlenecek ve durağan hale gelmektedir. Bu moleküler skalada sertliğin/yönlenebilirliğin prosese çok büyük etkiler meydana gelmektedir (Karademir 2002).



Sekil 1.2. Selüloz lifi ve suyun AKD ile reaksiyon mekanizması.

İç yapıştırmanın amacı lif yüzeylerini daha hidrofob yapmaktır. Bu artırılan bağlantı açısı lifler ve akışkanların penetrasyonu arasındadır. İnce borularla azalan penetrasyon oranı bu şekildedir. Yüzey hidrofobik olması yapıştırma fonksiyonunu artırır (yani yüzey tabakasındaki delikler yapışmayı azaltır). AKD' nin esas kullanımı hidrofob olan lif yüzeylerinin içine eklemek bu şekilde fonksiyonunu artırmaktır (Cates ve diğ. 1986; Karademir 2002).

Tüm iç yapıştırma kimyasallarının sıvalara karşı etkilerini takip edebilmek için dört prosese maruz kalmaktadır:

1. Lifler düğümlü yapılara tutunmaktadır.
2. Lifler yüzeye doğru yayılır.
3. Lifler hidrofobik yüzeylere yüzeysel yönlenecek girerler.
4. Penetrasyon sertliği bozmaktadır.

1.3.4.3. Koruyucu Maddeler

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

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

Böcek, mantar ve diğer biotik zararlılar tabakalı ağaç malzemelere de zarar verirler. Rutubet %18'den fazla ise mantarların derhal yonga levhaya arız olduklarını araştırmalar göstermiştir. Buna karşılık her levha türünün mantarlara karşı dayanıklılığı farklıdır. Fenol formaldehitle üretilen yonga levhalar için, özgül ağırlık arttıkça, kabuk miktarı azaldıkça ve yapıştırıcı miktarı %12'den başlayarak arttıkça levhanın zararlılara karşı dayanıklılığı artar. Aminoplastik tutkallarla yapıştırılmış levhalarda ise daha levhanın odun kısmı tahrip olmadan tutkal tabakası zarar görür ve yapışma direnci zayıflar. İzosiyanat ve sülfite tutkalı ile yapıştırılmış levhalarda mantara karşı hassastır (Kalaycıoğlu ve Özen 2009).

Koruyucu maddelerle muamelede farklı alternatifler vardır. Bunlar aşağıda belirtilmiştir:

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

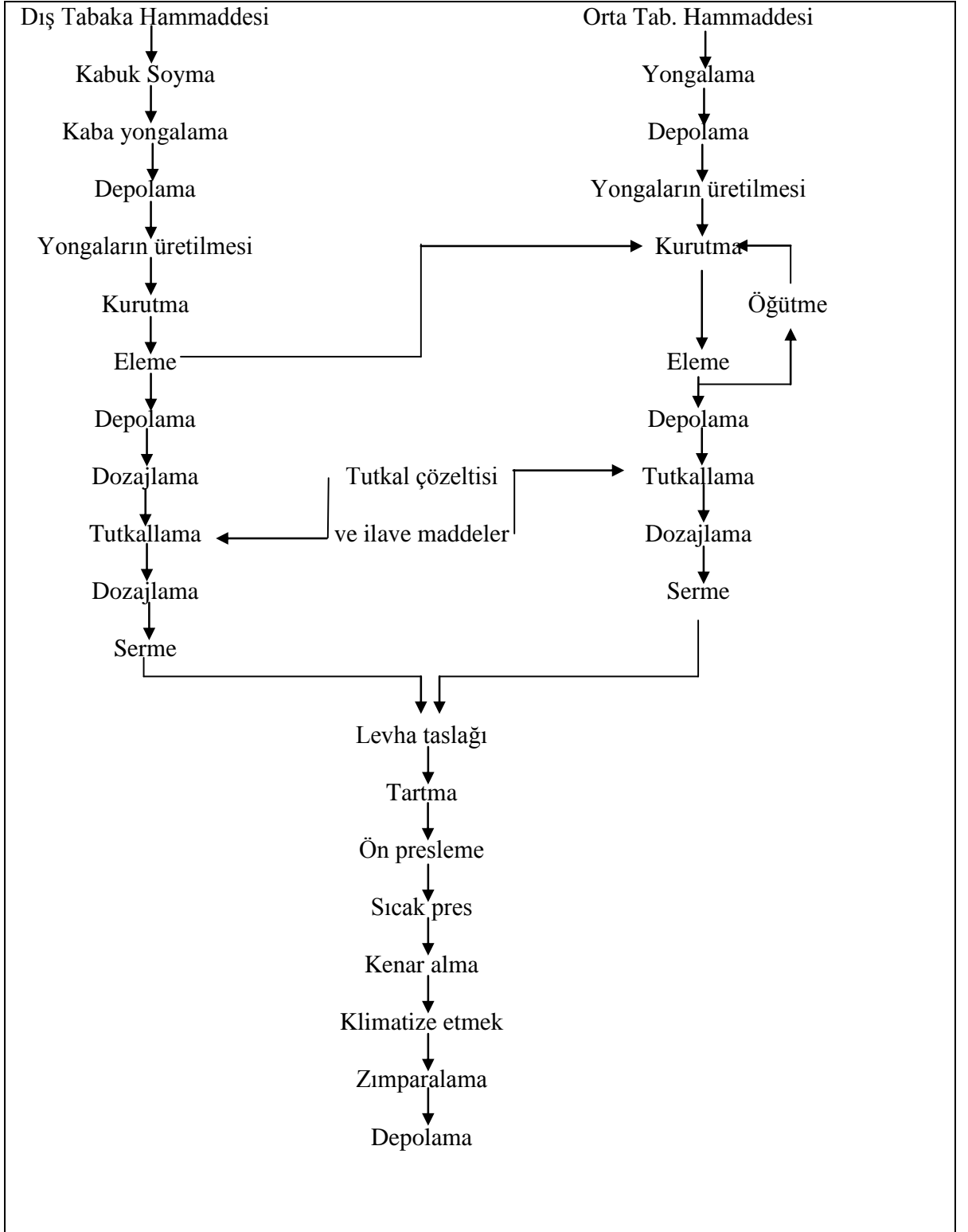
Yonga levha üretiminde kullanılan yongalar propionik anhidrit ile muamele edilmiş ve mantar çürüklük deneyi yapılmıştır. Yapılan uzun süreli testler sonucunda (6 yıl)

propionik anhidritle emprenye edilmiş yongalardan üretilmiş yonga levhaların mantar çürüklüğüne karşı etkili olduğu tespit edilmiştir (Papadopoulos 2010).

1.4. YONGA LEVHA ÜRETİM TEKNİĞİ

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

Yonga levha fabrikalarında depoların zemini temiz ve düzenli tutulması gerekir. Ağaç malzemenin depolanmasında bakteri saldırılarından dolayı porozite artması, çürüme ve oksidasyon lekesi, mantar ve böcek zararları, donma ve ısınmadan ötürü lif ayrılması, çatlama, enine kesitlerde ve çevresinde kuruma ve çatlama nedeniyle mavi renklenme ile hoş olmayan koku oluşumu görülebilir. Bu nedenle su içinde depolama ve yağmurlama sistemi gibi önlemlerin yanında bitkisel ve hayvansal zararlılara karşı kimyasal maddelerin kullanılması gerekir. En iyi yöntem ağaç malzemenin hemen üretime verilmesi veya su altında depolanması yada üzerine su püskürtülmesidir (Özen 1979, Özen 1981b).



Şekil 1.3. Yatık yongalı levhalarda üretim şeması (Özen 1980).

Bitkisel materyalin depolanması odun hammaddesine göre problemleri daha fazladır. Pamuk saplarının depolama problemlerinin olduğu literatürde de belirtilmektedir (Brooks 1992, Rowell ve diğ. 1997). Özellikle lif doygunluk noktasının üzerinde olan

pamuk sapları çürümeye ve küflenmeye daha çok meyillidir. Rutubetli bir ortamda 5 - 7 gün içerisinde küflenme başlamaktadır. Hammaddenin depolanması için daha geniş bir alana ihtiyaç vardır.

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

Yonga levha fabrikalarında, odunlar kabuklarının bir kısmı taşıma sırasında, bir kısmını da yongalama makinası girişinde bulunan pentadyn adı verilen mekanik sistemden geçerken dökülerek uzaklaşmaktadır. Tomruk üzerinde kalan kabuk miktarı ise %10 değerini geçmediği için ayrıca bir kabuk soyma işlemine gerek duyulmamaktadır.

Odunda kabuğun soyulması halinde % 10 – 15 oranında organik madde uzaklaşmakta ve hammadde verimi azalmaktadır. Kabuğu tamamen uzaklaştırmak her zaman ekonomik olmadığı gibi çoğu zaman bu mümkün de olmaz (Suchland and Woodson 1986). Yıllık bitki saplarında, ağaçlara göre daha ince bir kabuk bulunur. Bu kabukların soyulması pratik olarak zor olduğundan yongalama makinalarına olduğu gibi verilmesi daha uygundur.

Yonga levha; genel olarak odun veya yıllık bitkilerin yongalarından ve yapıştırıcılardan meydana gelmektedir. Yonga geometrisinin yüzey düzgünlüğünü ve levha kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Bu nedenle yongalama makinelerinin seçimi önem kazanmaktadır.

Odunun yongalanması sırasında düzgün yüzeyli ve kaliteli yongaların elde edilebilmesi için rutubetinin % 30-60 olması gerekir. Rutubetin az olması durumunda fazla miktarda toz oluşur ve yonga verimi düşer. Ayrıca yongalama makinası bıçaklarının kesme kalitesi azalır. Bu sebepten dolayı kesici bıçakları daha sık bilemek gerekebilir. Kesme sırasında toz oluşumu hammadde maliyetini arttıran en önemli nedenlerden biridir. Rutubetin fazla olması durumunda ise yongaların kurutma masrafları artar ve elde edilen yongaların yüzeyleri lifli hale gelir. Lifli yongalar yapışmanın hatalı olmasına

neden olur. Bu nedenle uygulama anında depodaki odun rutubeti % 30'dan az % 60'dan fazla olmamalıdır (Özen 1980).

Levhaların dış ve orta tabakalarında kullanılan yongalar farklı fiziksel özelliktedirler. Dış tabaka yongaları daha ince yapıda olup bıçaklı makinalarda elde edilirken, orta tabaka yongaları ise değirmenlerden kırılma, ezme ve yarıma suretiyle elde edilmekte ve daha kalın yapıdadırlar, yüzey kaliteleri ise iyi değildir.

Levha için uygun yonganın elde edilmesi iki ayrı sistemle olmaktadır. Birincisinde; önce kaba yongalar üretilir, sonra bunlar değirmenlerde veya ince yongalama makinalarında levha üretimine uygun hale getirilir ve genellikle orta tabakada kullanılırlar. İkincisinde ise; yuvarlak odundan levha üretimine uygun incelik ve uzunlukta fakat geniş yongalar üretilir. Daha sonra bu yongalar ince yongalama makinalarında isteğe bağlı olarak küçültülürler (Özen 1980).

Kaba yongalama makinalarında genellikle kereste endüstrisi atıklarından, çalı ve yıllık bitki demetlerinden kaba yongalar elde edilir. Üretilen yongaların boyutları 5-50 mm arasında değişir. Bu amaçla silindir veya diskli-tamburlu kaba yongalama makinaları kullanılır. Odun gibi daha kalın materyalin yongalanmasında liflere 45 °C'lik açı yapacak şekilde kesilerek elde edildiği makineler kullanılır (Özen 1980).

Kaliteli levha üretilmesi için yongaların her iki yüzünün birbirine paralel, kalınlığının homojen ve ince olması gerekir. Dış tabaka yongalarının kalınlığının 0.15-0.25 mm, orta tabaka yongalarının ise 0.3-0.5 mm olması arzu edilir. Tutkaldan tam olarak yararlanmak için yonga yüzeyinin düzgün ve pürüzsüz olması gerekmektedir. Normal yongalama için diskli ve silindirli yongalama makinaları kullanılır (Özen 1980).

Yonga levha üretiminde; lif doygunluk rutubetinin üzerindeki rutubete sahip yongalar % 3-5 rutubete kadar kurutulmalıdırlar. Presleme tekniği bakımından orta ve dış tabaka yonga rutubetinin farklı olması yonga levha üretimi için daha uygundur. Dış tabakada bulunan su hızla buharlaştığı için orta tabakaya ısı transferini sağlayarak tutkalin sertleşmesini hızlandırdığından pres süresini kısaltır. Bunun yanında dış tabaka sıcak buhar ve basınç etkisiyle plastikleşir ve düzgün, kapalı bir yüzey oluşturacak şekilde sertleşir. Rutubet farklılığını sağlamak için ya yongalar aynı rutubete kadar kurutulur ve presleme sırasında pres saclarına su püskürtülür, yada orta tabaka yongaları daha fazla kurutulur.

Ancak günümüzde pres saclarına su püskürtme yöntemi yerine, dış tabaka yongasına tutkallanma esnasında su verilir. Ayrıca dış tabakaya serme hattında bu amaçla bir çeşit kimyasalı püskürterek veren işletmeler de vardır. Rutubetin gerekenden fazla olması sıcak presleme sırasında levha ortasında buhar kabarcıkları oluşumuna sebep olur. Bunlar presleme sırasında iken uzaklaştırılmadığı takdirde levha yüzeyi bozulur, tutkal sertleşmesi engellenir ve presten çıkarılan levhalarda patlamalar meydana gelir (Özen 1980).

Kurutma; ağaç türü, yonga boyutları, özgül kütlesi ve yongaların başlangıç rutubetine bağlıdır. Ayrıca kurutma makinasının tipi ve çalışma sisteminin de kurutma üzerine önemli etkisi vardır.

Bir çalışmada yonga rutubeti arttıkça, eğilme ve yüzeye dik çekme dirençlerinin arttığı, su alma ve kalınlık artımı değerlerinin azaldığı belirlenmiştir (Roffael 1987).

Yonga levha endüstrisinde kurutucu olarak döner silindiri, boru demetli (serpantili), tamburlu, tablalı, çok bantlı, kontakt, türbülül, kanatlı, sabit enjektörlü, girdaplı, yanık gaz kullanan ve süspansiyon tipi kurutucular kullanılmaktadır (Özen 1980). Yonga levha fabrikalarında yangın bakımından en tehlikeli yer, kurutma ünitesidir. Bu bölümde yangına karşı önlemler alınmalı ve makinaları kullanma talimatlarına uyulmalıdır. Kurutucudan çıkan %3-5 rutubet aralığındaki karışık haldeki yongaların üretimde kullanılabilmesi için tasnif edilmesi gerekmektedir. Bu sebeple yongalar mekanik ya da pnomatik tasnif sistemleri kullanılarak ayrılırlar. Mekanik eleklerden geçen yongalar tekrar başka bir pnomatik havalı ayırıcıya geçerler. Bu havalı ayırıcılarda yongaların içlerindeki kum, metal, çakıl vb. yabancı cisimler hava yardımıyla yongadan ayrılırlar. Böylece homojen boyutlardaki yongalar dış tabaka ve orta tabaka silolarına sevk edilerek depolanırlar.

Yonga levha üretimi, ancak yongaların aralıksız taşınmasıyla gerçekleşir. Yongaların taşınması sırasında kaliteleri bozulmamalıdır. Bu nedenle, transport seçiminde yonganın ağırlık, hacim ve rutubet gibi özelliklerinin iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu amaçla mekanik ve pnomatik tipte konveyörler kullanılmaktadır. Yonga levha fabrikalarında en fazla kullanılan pnomatik tipteki taşıyıcılarıdır.

Yongaların tutkallanmasında yonga yüzeyi ile tutkal arasındaki oran önemlidir. Genellikle 1 m² yonga yüzeyi için 2 g tam kuru (8-12 g sıvı) tutkal kullanılmaktadır

(Özen, 1980). Yonga levhalarda tutkallamanın uniform bir şekilde yapılması direnç özelliklerini arttırmaktadır. Bu amaçla değişik yöntemler geliştirilmiş olup en uygun olanı noktasal tutkallamadır. Bunun için tutkal çözeltisi aynı büyüklükte çok küçük taneciklere ayrılmakta ve yongalar üzerine eşit şekilde dağıtılmaktadır. Tanecikler küçüldükçe ve yonga kalınlığı arttıkça yüzeyin tutkalla örtülmesi olasılığı artar. Ancak yonganın kalınlaşması levha kalitesini olumsuz yönde etkiler. Tanecik çapı fazla küçülürse bunları yonga yüzeyine iletmek zorlaşır ve tutkal makinasındaki emme tertibatı nedeniyle tutkal kaybı artar.

Tutkallamada ağır yongalara az; ince ve hafif yongalar ile odun tozlarına daha çok tutkal isabet eder. Taneciklerin yonga yüzeyine eşit olarak dağılmasını sağlamak gerekir. Bu nedenle yongalar tasnif edilerek ayrı ayrı tutkallanmalıdır. Boyutlar yanında yongaların yüzey düzgünlüğü de önemlidir. Yüzey düzgün değilse tutkal tanecikleri çukurlara isabet edebileceğinden yapıştırma direncine etkisi olmaz. Bu nedenle kesme yöntemiyle üretilen yongalar diğerlerinden daha değerlidir.

Tutkallamaya, tutkallama makinasındaki yonganın hareketi de önemli ölçüde etki eder. Bu makinalarda yongaya, serbest düşme, mekanik aktarma, havaya fırlatma, vibrasyon, pnömatik fırlatma ve kombine edilmiş yonga hareketleri uygulanabilir.



Şekil 1.4. Tutkallama makinaları(blender) (Anonim 2014a)

Tutkallama için, hava girdaplı enjektörler, yüksek basınçlı enjektörler, merkezkaç enjektörü tutkallama silindirleri ve vantilatörler kullanılmaktadır. Tutkal çözeltisi; tutkal, sertleştirici, parafin ve koruyucu maddelerin karışımından oluşmaktadır. Bu karışım miktarları kullanılan tutkal türü ve fabrikanın üretim stratejisine uygun olarak belirlenir. Kullanılan tutkal miktarı; levhanın kalite şartlarını sağlayacak oranda ve bazende müşterilerin siparişleri doğrultusunda istenilen kalitede levhaları üretebilmek amaçla TSE standartlarını karşılayacak oranda dozajlanmaktadır.

Tutkal karışımının hazırlanmasında cam, fayans, ağaç, suni maddeler, emaye, demir, alüminyum kaplar kullanılmakta, pirinç ve bakır kaplar kullanılmamaktadır. Tutkal hazırlanırken üretici firmanın önerilerine uyulmalıdır.



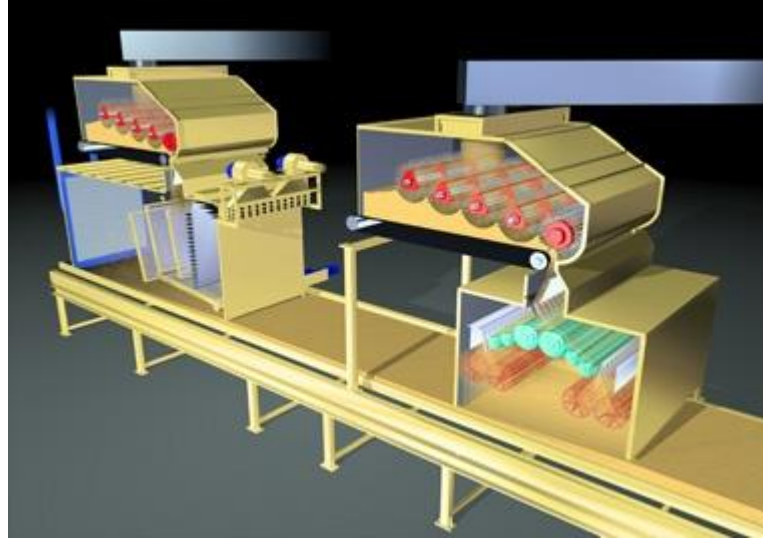
Şekil 1.5. Tutkal dozajlama ekipmanları (Anonim 2014b)

Tutkallama makinasından çıkan tutkallı yongalar homojenleştirme depolarına alınarak burada iyice karıştırılır. Böylece tutkallı yonga karışımı homojen hale gelmiş olur. Ayrıca bu depolar tutkallama makinaları ile dozaj makinaları arasında depo görevini de yaparlar.

Homojenleştirme depoları orta ve dış tabaka yongalarının homojenleştirilmesinde kullanılmak üzere iki adettir. Tutkallı yongalar homojenleştirme depolarından transportörler ile serme makinasına gönderilir.

Kaliteli bir levha üretebilmek için tutkallanmış yongaların homojen bir şekilde serilmesi gerekmektedir. Aksi halde özgül kütledeki değişimler levhanın direnç özelliklerini de etkileyecektir. Bunun için yongalar serilirken hata yapılmamasına özen gösterilmeli, serme işlemi levhanın ortasından geçen yatay düzleme göre simetrik olmalıdır. Ayrıca yonga levha üretiminde özgül ağırlığı etkileyen diğer bir faktörde normalden büyük yongaların kullanılmasıdır. Bu durumda mekanik özellikler iyileşirse dahi serme aşamasında üniform yayılma sağlanamamaktadır.

Sermede dozajlama ünitelerinin görevi serme başlıklarının sürekli olarak aynı miktarda yongaların gönderilmesini sağlamaktır. Dozajlama, hacim, ağırlık ve hacim ağırlık olmak üzere üç esasa göre yapılır. Yonga levha endüstrisinde bu iki şeklin kombine edilmiş olanı yaygın olarak kullanılmaktadır.

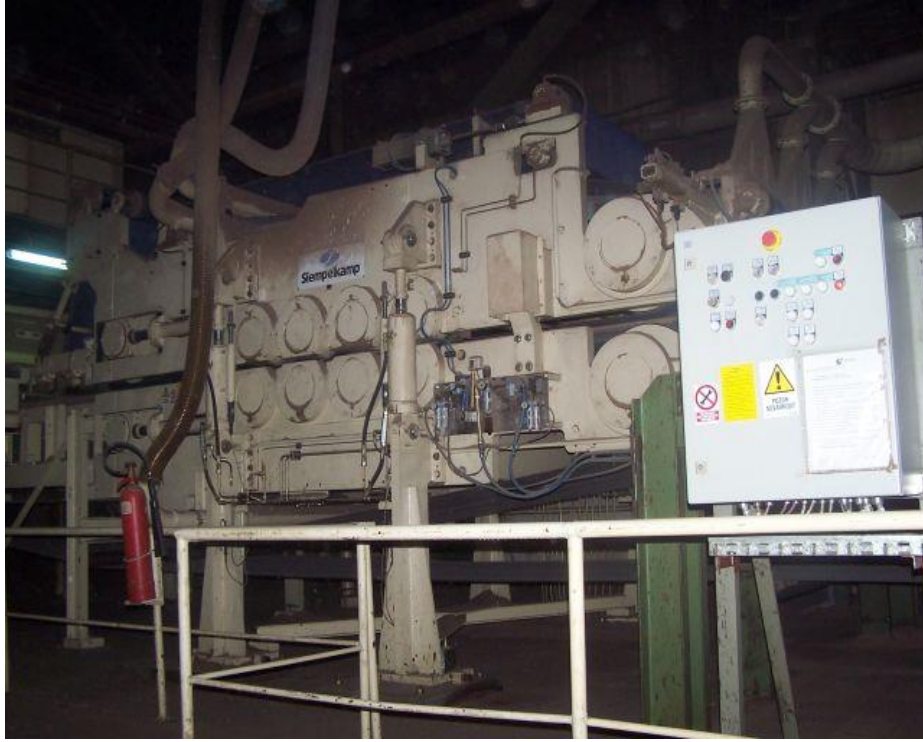


Şekil 1.6. Serme makinaları (Anonim 2014c)

Serme işlemi dökme, rüzgârlama ve savurma şeklinde, serme kontrolü ise yüzey ağırlığı analizi ile yapılır. Burada önemli olan taslak veya levhanın her bir m^2 'sinde aynı miktarda odun kütesinin bulunmasıdır (Özen 1980).

Levha taslağının arzu edilen özelliklerde bir levhaya dönüşmesi için sıcak preste preslenmesi gerekir. Serme makinesinden çıkan keçe, levha kalınlığının yaklaşık 20 misli bir kalınlıkta ve çok gevşek bir yapıdadır. Serme makinesinden preslemeye taşınan keçenin taşıma sırasında sarsılmaması gerekmektedir. Aksi halde yüzeydeki ince yongaların aşağıya doğru akmasına neden olur ki, bu da levhanın simetrisini bozar ve buna bağlı olarak mekanik özelliklerini değiştirmektedir.

Yonga levha endüstrisinde soğuk ve sıcak olmak üzere iki ayrı presleme uygulanmaktadır. Soğuk prese aynı zamanda ön pres de denir.



Şekil 1.7. Ön pres (Anonim 2014d)

Serme sırasında, yonga taslağı oluşturulurken kenarların düzgün bir şekilde korunması, yan alma işlemlerinde kayıpların azaltılmasını sağlar. Kenarlıkların kaldırılmasıyla kenarların bozulmaması ve taslağın sıcak prese kadar zarar görmemesi gerekir. Bu amaçla şekillendirme kalıpları ve kenar çerçeveleri içerisine serilen yonga taslağının ön preslerde sıkıştırılması gerekmektedir. Ayrıca sıcak preslemeye gelen levhanın homojenliğinin sağlanması içinde gereklidir.

Ön pres uygulaması ile taslak kalınlığı azalır. Böylece sıcak pres katlarının açılma aralığı küçük tutulmuş olur. Diğer yandan sıcak presin ısı kaybı ile pres kapanma süresi azalır. Ön presleme ile yüzey ve orta tabakalar birbirleri ile daha iyi bir şekilde kenetlenir. İnce yongaların sarsıntı sonucu levha tabanına kayması önlenir.

Soğuk preslenmiş levha taslağının sıcak prese verilmesinde transport ve pres saclarına gerek kalmaz. Taslağa tüm bu özellikleri kazandırmak için ön preste basıncın 1,5-2 N/mm² olması gerekir.



Şekil 1.8. Yonga levha serme hattı (Anonim 2014e)

Sıcak pres aynı zamanda fabrikanın kapasitesini de belirler. Levha taslağı levha özelliğini sıcak preste kazanır. Sıcak presleme, hazırlanan taslağa levha özelliği kazandırırken bir taraftan sıkıştırma işlemi yapmakta diğer taraftan, tutkalın yarım kalmış olan kondenzasyonunun devamını sağlayarak yapıştırmayı gerçekleştirmektedir.



Şekil 1.9. Kontinu pres (Anonim 2014f)

Sıcak presleme 4 kademedede gerçekleşir;

1. Taslağın ön görülen levha kalınlığında sıkıştırılması
2. Yapıştırma için gerekli basıncın sağlanması
3. Tutkalın sertleşmesi için gerekli olan sıcaklığa kadar ısıtılması
4. Yongaların levha oluşturacak şekilde yapıştırılması

Yonga levha üretiminde kullanılan tek ve çok katlı preslerde basınç hidrolik olarak sağlanır. Bu presler “hidrolik pres” olarak adlandırılır. Yonga levha taslağı belirli kalınlıkta üretimini sağlamak için preslerde kalınlık takozları kullanılır. Presten önce hareketli tablanın zorlaması ile takozlar sabit tablanın kenarına itilir. Pres tabakalarının termik görevi levha taslağını ısıtarak tutkalın sertleşmesini sağlamaktır. Mekanik görevi ise ön görülen kalınlığa kadar sıkıştırmaktır.

Pres süresi, levhanın ortasındaki sıcaklıkla ilişkili olup, kullanılan tutkalın (üre formaldehit) sertleşmesi için 100 °C nin biraz üstüne çıkması yeterlidir. Preslemeden çıkan levhanın rutubeti yaklaşık % 8 civarındadır. Sıcak preslerde uygulanan basınç, elde edilecek yonga levhanın istenilen ağırlık ve özgül ağırlığına göre değişmektedir. Pres sıcaklığının artmasıyla levhanın mekanik özellikleri iyileşirken su alma ve kalınlık artımı değerlerinde azalma olmakta, pres basıncının artmasıyla da özellikle eğilme direnci artmaktadır. Pres süresi; taslak rutubeti, levha kalınlığı, pres sıcaklığı ve presin kapanma hızına bağlıdır. Presleme süresi ve rutubetine bağlı olarak pres basınç ve sıcaklığının etkisiyle yongalar plastikleşir. Bu sırada tutkal sertleşeceğinden stabil bir malzeme oluşur. Kullanılan tutkal cinsinde pres süresini etkilemektedir. Fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalara göre daha uzun pres süresine gereksinim duyulur (Özen 1980).

Pres ve presten önceki işlemlerin hatasız yapılmış olması levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerinin istenen özellikte olmasını sağlayabilir. Ancak pazarlama açısından alıcıyı etkileyen en önemli özellikler levhaya pres sonrası işlemlerle kazandırılır. Presten çıkan levhaların üst üste istiflenmesi halinde, levhanın sıcaklığı 70 °C'nin üstünde olduğunda üre formaldehit tutkalı rutubetin etkisiyle hidroliz olmakta ve yapışma direncini büyük ölçüde düşürmektedir. Ancak fenol formaldehit tutkalı ile üretilen levhaların üst üste istiflenmesinden dolayı direnç değerlerinde bir azalma görülmez. Bu nedenle üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhaların aralarına lata konularak istiflenmelidir. Fakat

en iyi yöntem 68 – 70 °C'ye kadar levhalar soğutulduktan sonra üst üste istiflenmesidir. Soğutma işlemi fabrikalarda soğutma kanalı, soğutma presi ve soğutma yıldızları kullanılarak yapılır. Klimatize işlemi ile levhanın sıcaklığı ve rutubeti dengelenmekte ve tutkalın tam olarak sertleşmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1.10. Levhaları soğutmak amacıyla kullanılan yıldız soğutucu (Anonim 2014g)

Yan alma işlemi soğutma işleminden önce ve sonra yapılabilir. Ancak yan alma soğutma işleminden önce yapılırsa levha kenarı kaba bir görünüm alır. Kenarlardan elde edilen artıklar yeniden kullanılabilir. Kenar almada mümkün mertebe az kayıp verilmelidir. Bu maksatla yan alma daire testere makinaları kullanılmaktadır. Levhalar klimatize edildikten sonra depolamadan önce kalınlık hataları kabaca düzeltilir. Presten çıkan yonga levhalar homojen kalınlıkta olmayabildikleri gibi yüzeyleri de yeterince düzgün değildir. Bu durum depolama sırasında hatalara neden olabilir. Bu hataları önlemek amacıyla yan alma işleminden sonra kaliteli ve yüzeyleri düzgün levhalar elde etmek için zımpara makinaları ile levhaların alt ve üst yüzeyleri zımparalanır. Bu amaçla geniş bantlı zımparalama makinaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Levhalar; zımparalandıktan sonra görünüş özelliklerine göre sınıflandırılarak düz bir altlığın üzerine üst üste konmak suretiyle istiflenir ve depoya yerleştirilir. Depoların sıcaklığı 18-24 °C, bağıl nemi % 60-65 olmalıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. DENEME LEVHALARININ ÜRETİMİ

Bu çalışmada; deneme levhaların üretimi fabrikasyon ortamında elde edilen yongalar kullanılarak laboratuvar tipi preste üretim gerçekleştirilmiştir. Parafinli ve parafin yerine AKD kimyasalı kullanılarak üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Yongaların elde edilmesinde kaba yongalama makinasında yongalamaya uygun çaplardaki 40 cm'den küçük yuvarlak odunlar kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Yongalama makinası (Anonim 2014h)

Yongalanan odunlar depolanmak üzere beton siloya bandlı konveyörler aracılığıyla taşınmıştır. Helezonlar ve zincirli konveyörler aracılığıyla yonga karışımı Pallmann değirmenlerine sevk edilmiştir.



Şekil 2.2. Pallmann değirmen (Anonim 2014i)

Kaba yongalama değirmenlerinde 0,60-0,65mm, ince yongalama değirmenlerinde 0,55-0,60 mm kalınlığa kadar inceltilecek yongalar istenilen kalınlığa gelince bıçaklar arasından makinaların altında bulunan zincirli konveyörle kurutma silosuna taşınırlar. Yongalar giriş sıcaklığı 280 °C ve çıkış sıcaklığı 123 °C olan döner tanburlu kurutucuda %1-2 rutubete kadar kurutulmuştur.



Şekil 2.3. Döner tanburlu kurutucu (Anonim 2014i)

Yongaların tasnif edilmesi için iki sistem kullanılmıştır. Öncelikle yongalar sarsıntılı elekten geçirilerek mekanik eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. 1 mm² den daha büyük boyutlu yongalar pnömatik sisteme, boyutları 1-0.25 mm² arasında olan yongalar dış tabaka yonga silosuna, 0.25 mm² den küçük olanlar ise yakıt olarak kullanılmak üzere yakma tozu silosuna gönderilmektedir. Daha sonra pnömatik sisteme gelen yongalar yüzey ağırlığı esasına göre tasnif edilmektedir.

Fabrikasyon ortamında levha taslağı 12,5 kg/cm² basınç altında soğuk presleme işlemine tabi tutulurlar. Sıcak preslemede, 225 °C de yapılır. Yonga levhalarda hedeflenen özgül ağırlık 0.640 g/cm³ ve dış /orta tabaka yonga kullanım oranı % 35/65 'dir.

Deneme amacıyla kullanılan yongalar fabrikada yonga üretim aşamaları takip edilerek dış ve orta tabaka yongaları tutkallama öncesi silolardan alınmıştır. Deney levhalarının üretiminde kullanılan hammadde Kastamonu Entegre Ağaç San. Ve Tic. A.Ş. Gebze tesisleri yonga levha fabrikasından temin edilmişlerdir.

2.1.1. Deneme Levhaların Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

2.1.1.1. Ağaç Malzeme

Deneme levhalarının üretiminde; % 40 çam yongası, % 35 hazır çam cipsi, % 15 meşe ve % 10 kavak kapağı yongası kullanılmıştır.

2.1.1.2. Hidrofobik Madde

Levhaların kalınlık artışı ve su alma miktarını azaltmak için parafin ve AKD kullanılmıştır. Parafin (wax) hidrofobik bir madde olup ticari parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde düz zincirli hidrokarbonlardır. Molekül ağırlığı 360-900 arasında değişebilir ve genellikle 20-30 karbonlu bileşiklerdir. Erime dereceleri 50-100°C arasındadır. Katı madde oranı % 60 olan beyaz renkli parafin ve % 20 katı maddeye sahip AKD emülsiyonu kullanılmıştır. Tam kuru yongaya oranla değişik miktarlarda AKD ve parafin emülsiyonu katı madde üzerinden hesaplanılarak verilmiştir.

2.1.1.3. Sertleştirici Madde

Deneme levhalarının üretiminde dış tabakada tutkal katı madde miktarına göre amonyum klorürün % 20' lik çözeltisi % 0,8 oranında, orta tabakada ise yine % 20' lik amonyum klorür çözeltisi % 2,5 oranında kullanılmıştır.

2.1.1.4. Tutkal

Yongaların tutkallanmasında, tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabaka için % 11, orta tabaka için ise % 9 oranında katı madde oranı % 65 olan E1 tipi 1,20 mol oranında üre formaldehit tutkalı kullanılmıştır.

2.2. YÖNTEM

Bu çalışmada yonga levha üretiminde hidrofobik malzeme olarak kullanılan parafin yerine AKD kimyasalı kullanımı imkanları araştırılmıştır. Tam kuru 100 kg oduna oranla sırasıyla % 0,3, % 0,5 ve % 0,8 katı oranında % 20' lik çözelti halindeki AKD kimyasalı katılmıştır. Ayrıca yine tam kuru 100 kg oduna oranla % 0,3, % 0,5 ve % 0,8 katı oranında % 60' lık çözelti halindeki parafin emülsiyonu katılmıştır. Şahit numune olarak % 0 akd ve % 0 parafin kullanılarak levhalar üretilmiştir. Bu levha taslağımızın hacmine göre istenilen 680 kg /m^3 yoğunlukta yapılacak levhalar için yonga miktarları belirlenmiştir.

Laboratuar tipi; kimyasallarla yongaların homojen bir şekilde karıştırılması amacıyla blender kullanılmıştır. Kimyasallarla homojen bir şekilde karıştırılan tutkallı yongalar, levha taslağını hazırlamak amacıyla 50 x 50 cm boyutlarında 13 mm kalınlığındaki bir çerçeveye serilmiştir. Ön presleme amacıyla levha taslağı üzerine ahşap bir plakayla elle basınç uygulanmıştır.



Şekil 2.4. Levha taslağının elle sıkıştırılması

Kalıbın altına konulmuş olan pres sacı üzerine % 35' lik dış tabaka yongasının yarısı ilk etapta homojen bir şekilde elle, sonrasında ise % 65' lik orta tabaka yongası onun üzerine serilmiştir. Son işlem olarak da ikinci dış tabaka yongası serilmiştir. Bu işlemden sonra üstüne pres sacı konularak sıcak prese götürülmüştür. Levha taslaklarımız laboratuar tipi 60 x 60 cm plakaları olan elektrik ile ısıtılan preste Çizelge. 2.1'de gösterilen şartlarda preslenmiştir.

Çizelge 2.1. Deneme levhalarının üretim şartları

Pres sıcaklığı (°C)	150-155
Pres zamanı (dakika)	5
Pres basıncı (N/mm ²)	2,5-3
Kalınlık (mm)	13
Levha boyutları (mm)	500x500
Dış tabaka (%)	35
Orta tabaka (%)	65
Gruplardan üretilen levha miktarı	10

Presleme işlemi sona erdikten sonra metal plakalar arasında bekletilen levhalar daha sonra klimatize edilerek deneme örnekleri hazırlanmıştır.



Şekil 2.5. Yonga levha taslağının hidrolik sıcak preste preslenmesi

Çizelge 2.2. Deneme levhalarının üretim reçetesi

Levha grubu	Özgül K. (kg/m ³)	Tutkal Miktarları (%)		Parafin Oranları (%)	AKD (%)	Pres Süresi (dk.)
		Dış tabaka	Orta tabaka			
A	679	11	9	-	-	5
B	675	11	9	0,3	-	5
C	681	11	9	0,5	-	5
D	670	11	9	0,8	-	5
E	679	11	9	-	0,3	5
F	682	11	9	-	0,5	5
G	700	11	9	-	0,8	5

A tipi kontrol levha grubunda % 0 parafin, % 0 akd kullanılmıştır.

B tipi levha grubunda % 0,3,

C tipi levha grubunda % 0,5,

D tipi levha grubunda % 0,8 parafin kullanılmıştır.

E tipi levha grubunda % 0,3,

F tipi levha grubunda % 0,5,

G tipi levha grubunda % 0,8 akd kullanılmıştır.

Üretim şartlarında değişken, sadece hidrofobik madde olan akd ve parafin miktarlarıdır. Presleme şartları ve kullanılan tutkal, sertleştirici miktarları aynıdır.

2.3 ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Deneme levhalarının kalite özelliklerinin belirlenmesinde uygulanan yöntemler aşağıda açıklanmıştır.

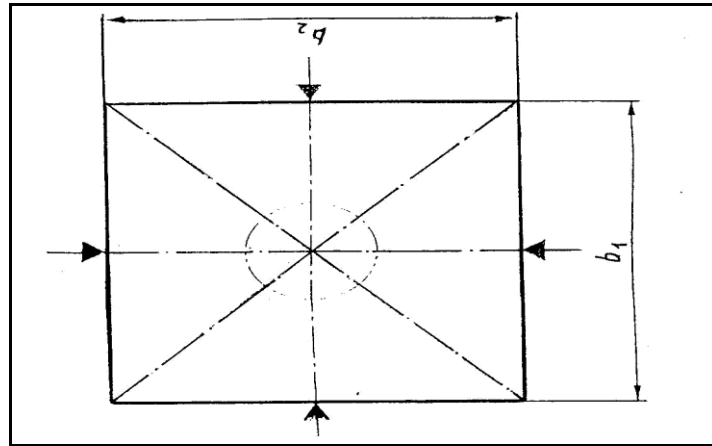
2.3.1. Fiziksel Özellikler

2.3.1.1. Özgül Ağırlık

Levha numunelerinin birim hacim ağırlığının tayini TS EN 323 (1999) standardına uygun olarak yapılır. Birim hacim ağırlığı, her bir deney parçası kütlesinin, hacmine oranı yoluyla tayin edilir. Deney parçalarından elde edilen sonuçlar, levhaların birim hacim ağırlıklarının hesaplanmasında kullanılır.

Deney parçaları, kare biçiminde ve en az uzunluğu 50 mm olmalıdır. Kalıplanmış levhaların, boşluklu, olukları deney parçasının boyuna veya enine paralel ve benzeri yapıda levhalar olması halinde, deney parçasının toplam uzunluk veya genişliği, levha içerisindeki boşluk elemanının uzunluk veya genişliğinden en az iki kat daha fazla olmalıdır (Örneğin; iki boru çapı + iki kuşak kalınlığı).

Deney parçaları, kondisyonlama işleminden sonra 0.01 gr hassasiyetle tartılmıştır. Deney parçalarının boyutları TS EN 325 (1999)' e uygun olarak ölçülmüştür. Öncelikle, ölçme aleti, deney parçalarının yüzeylerine yavaş yavaş uygulanarak, deney parçasının kalınlığı (t) 0.05 mm yaklaşımla ve Şekil 2.6' da gösterilen köşegenlerin (diagonellerin) kesiştiği noktadan ölçülür. (Deney parçasının yüzeyinde ölçmeye olumsuz etki yapabilecek, herhangi bir düzensizliğin olmadığı durumlarda) Daha sonra, b_1 ve b_2 kenar uzunlukları deney parçasının kenarlarına paralel ve karşılıklı iki kenarın ortasından olmak üzere, Şekil 2.6' da gösterilen 2 noktadan 0.1 mm hassasiyetle ölçülmüştür.



Şekil 2.6. Ölçüm noktası

Her deney parçasının birim hacim ağırlığı “p” aşağıdaki formülle hesaplanır ve kg/m³ olarak ifade edilir.

$$p = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6$$

Burada;

m : deney parçasının kütlesi (g),

b₁, b₂, t, deney parçasının boyutları (mm).

Her levhadan alınan deney parçaları için bulunan birim hacim ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak levhanın veya partinin birim hacim ağırlığı bulunur. Sonuçlar kg/m³ cinsinden ifade edilir.

2.3.1.2. Rutubet Miktarı

Deneme levhalarının rutubetinin miktarları TS EN 322 (1999)’da belirtilen esaslara uygun olarak belirlenmiştir. 50X50 mm boyutlarında hazırlanan 20 adet örneğin ağırlıkları ±0.01 g duyarlılıkta analitik terazide tartılmıştır. Daha sonra kurutma dolabı ızgaraları üzerine yerleştirilmiştir ve 103±2 °C sıcaklıkta değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar bekletilerek tam kuru ağırlıkları belirlenmiştir. Bunlara göre örneklerin rutubeti (r) ;

$$r = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

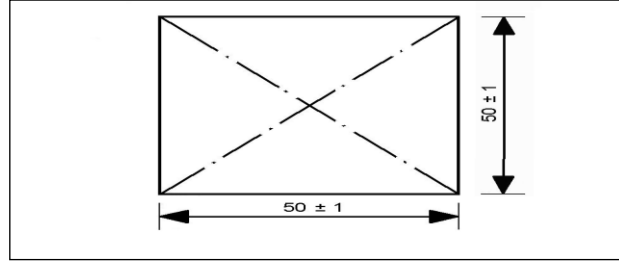
m= Klimatize edilmiş durumdaki örnek ağırlığı (g)

m₀ = Tam kuru haldeki örnek ağırlığı (g)

2.3.1.3. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı

Yatık yongalı veya dik yongalı yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu yonga levhaların kalınlığına şişme miktarının tayini TS EN 317 (1999) standardı esaslarına göre belirlenmiştir. Deney parçasının, su içerisine daldırılmasından sonra deney parçasının kalınlığında meydana gelen artma ölçülerek kalınlığına şişme miktarı (oranı)

tain edilir. Deney parçaları, kenar uzunluğu 50 ± 1 mm olan kare şeklinde olmalıdır. Deney parçaları, % 65 ± 5 nisbi rutubet ve $20 \pm 2^\circ\text{C}$ sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşınca kadar kondisyonmuştur. Her deney parçasının kalınlığı TS EN 325 (1999)' e uygun olarak ve köşegenlerin kesişme noktasından 0.01 mm hassasiyetle ölçülmelidir.



Şekil 2.7. Deney parçasının kalınlık ölçme yeri

Deney parçaları; birbirlerine, su tankının tabanına ve kenarlarına değmeyecek şekilde, dikine olarak her yeni deney başlangıcında temiz ve durgun, pH değeri 7 ± 1 ve sıcaklığı $20 \pm 1^\circ\text{C}$ olan su içerisine daldırılır. Deney parçalarının üst kısımları su yüzünden yaklaşık olarak 25 ± 5 mm aşağıda olmalıdır. Her deneyin sonunda su değiştirilmelidir. Farklı levha tipleri için, su içerisinde bekletme süreleri, ilgili standartlarında açıklandığı gibi olmalıdır. Daldırma süresinin tamamlanmasının ardından deney parçaları sudan çıkarılır, fazla sular akıtılır ve her deney parçasının kalınlığı ölçülür. Her levha grubundan 50×50 mm boyutlarında 10 adet örnek hazırlanmıştır. Her deney parçası için, kalınlığına şişme “ G_t ” yüzde olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

Burada;

T_1 = Deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm)

T_2 = Deney parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm) dir.

Bir levhanın kalınlığa şişmesi, o levhadan alınan bütün deney parçalarının sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunur ve bir desimal basamağa kadar ifade edilir.

2.3.1.4. Levha Kalınlığının Belirlenmesi

Kalınlığın belirlenmesi TS EN 324-1 (1999)'a göre yapılmıştır. Kalınlığın belirlenmesinde; 50x50 mm boyutlarındaki örnekler kullanılmıştır. Klimatize edilen örneklerin kalınlıkları 5 ölçüm noktasından mikrometre ile ± 0.01 duyarlılıkta ölçülmüş ve aritmetik ortalamaları alınmıştır.

2.3.1.5. Formaldehit Emisyonu

Formaldehit; renksiz, keskin kokulu, zayıf asidik, suyla karışabilen, akışkan ve zehirli bir sıvıdır (Coplugil 1993). Yonga levha, kontrplak ve liflevha gibi odun esaslı levhaların yapıştırılmasında çok fazla miktarda kullanılan üre-formaldehit tutkalının içerisinde serbest formaldehit bulunmaktadır. Serbest formaldehit tutkalın çapraz bağ oluşturmaya yardımcı olur ve sıcak preste sertleşmeyi hızlandırır. Sıcak preslenme sırasında formaldehitin büyük bir kısmı kimyasal reaksiyona girer ve/veya dağılır, reaksiyona girmeyen gaz halindeki bir miktardaki formaldehit ise levha içerisinde kalır ve yavaş yavaş dışarı çıkarak havaya karışır (Sellers ve diğ. 1990).

Özellikle ucuz oluşu, kullanım kolaylığı ve teknik üstünlükleri nedeni ile kontrplak, yonga levha ve liflevha üretiminde önemli ölçüde kullanılan üre formaldehit tutkalı ile üretilen levhalarda gerek üretim gerekse kullanımları sırasında odun türü, reçine tipi ve miktarı, presleme şartları, sertleştirici ve ilave maddelerin miktarı ve türleri ile odun rutubeti gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak farklı miktarlarda formaldehit açığa çıkmaktadır (Çolakoğlu 1993).

Formaldehitin bazı konsantrasyonlarda merkezi sinir sistemi üzerine uyuşturucu ve solunum sistemini tahriş edici etkisi bulunmaktadır. Uzun zincirli aldehitlerde uyuşturucu etkisi ağırlıkta olmasına rağmen kısa zincirlerde tahriş edici etki ağır basmaktadır. Formaldehitin tahriş edici etkisi daha çok üst solunum yollarında görülmektedir (Kurtoğlu ve Uçar 1985). Yapılan çalışmalara göre, insanların çoğu genellikle 0.4 ppm formaldehit konsantrasyonu altındaki değerlerden rahatsız olmaktadır. Alerjik insanlar için bu sınır 0.25 ppm olarak belirtilmektedir. Düşük konsantrasyonlarda gözlerde hafif tahrişe neden olurken artan konsantrasyonlarda göz yanması, boğazlarda yanma ve tahriş oluşumu ortaya çıkmaktadır. 3.5 ppm'in üzerindeki konsantrasyonlar ise öksürük, nefes darlığı ve göz yaşarması gibi rahatsızlıklara neden olmaktadır (Kalaycıoğlu ve Çolakoğlu 1994).

Levha ürünlerinden ayrılan formaldehit miktarlarının belirlenmesi için 20 yılı aşkın bir süredir pek çok metod geliştirilmiştir. Bunlar;

1. Perferatör Metodu
2. Desikatör Metodu
3. Gaz Analizi Metodu
4. Kabin Metodu
5. Deney Odası Metodu
6. WKI şişe Metodu
7. Kağıt Sorpsiyon Metodu

Formaldehit emisyonlarına göre yonga levhaların sınıflandırılması Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Formaldehit emisyonlarına göre yonga levhaların sınıflandırılması

Emisyon Sınıfı	Perferatör Değeri (mg/100g)
E1	<8
E2	>8

Formaldehit emisyonu TS 4894 EN 120 (1999) e uygun olarak yapılmıştır. Bu yöntemde ekstraksiyon yolu ile levha içindeki serbest formaldehit belirlenmektedir. Standartlara göre toluen içinde kaynatılan levha örneklerinden serbest formaldehitin destile suya geçmesi sağlanmakta ve sulu çözeltideki formaldehit miktarı fotometrik olarak belirlenerek tam kuru levha ağırlığına oranlanmaktadır.

Bu yöntemde, yaklaşık olarak 110 ± 0.01 g ağırlıkta tartılan deney örnekleri perferatör cihazının cam balonu içine konulmuş ve bunun üzerine 600 ml toluen ilave edilmiştir. Cihazın gaz absorpsiyon şişesi yaklaşık 100 ml destile su ile doldurulmuş ve cihaza balonlu cam boru ile bağlanmıştır. Bu işlemden sonra soğutma ve ısıtma işlemi başlar. Ekstraksiyon süresi boyunca toluenin geri akışı dakikada 70-90 damla kadar olmalıdır. Ekstraksiyon işlemi toluenin sifo borusuna geri gelmesi ile başlar ve 2 saat devam eder. Sürenin sonunda perferatör içindeki su bir ölçü kabına alınmış ve ortam sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra 2000 ml'lik balon jöjeye aktarılmıştır. Daha sonra balon jöje içersindeki çözelti destile su ile 2000 ml' ye tamamlanmıştır. Ayrıca cihaza örnek konulmaksızın sadece toluen ile bir kör deneme yapılmıştır. 2000 ml'lik balon jöjede

bulunan çözüeltiden önce 10 ml alınarak destile su ile 100 ml' ye tamamlanmıştır. Daha sonra bu şekilde seyreltilmiş çözüeltinin 10 ml' si alınarak bir şişeye konulmuş ve üzerine 10 ml 0.01 N asetil aseton ve 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilmiştir. Ağız sıkıca kapatılan şişeler yaklaşık 40°C sıcaklıktaki bir su banyosunda 15 dakika süreyle bekletildikten sonra bir saat süreyle ışık almayan bir yerde soğutulmuştur. Bu çözüeltilerin absorbens değerleri U.V. Spektrometre cihazında 412 nm'de fotometrik olarak ölçülmüştür. Ölçülen bu absorbens değerleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile örneklerin içerdikleri formaldehit miktarları tespit edilmiştir. Denemeler 3 adet örnek üzerinde gerçekleştirilmiştir.

$$F = \frac{(As - Ab) \times f \times (100 + R \times V)}{M} \quad \text{mg/100 gr tam kuru levha}$$

Burada;

As : Ekstraksiyon çözüeltisinin absorbensı

Ab : Kör deneyinin absorbensı

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

R : Levhanın rutubet miktarı

M : Örnek ağırlığı

V : Cam balonun hacmi (2000 ml)

2.3.1.6. Su Alma Miktarının Tayini

2 ve 24 saatte su alma miktarlarının belirlenmesinde 50x50 mm boyutlarında ve levha kalınlığında kesilen klimatize edilmiş örnekler kullanılır. Her deney parçasının ağırlığı ± 0.01 gr duyarlıkla tartılmış ve deney parçaları 19–21 °C sıcaklıktaki temiz suya 2 ve 24 saatlik süreyle su yüzeyinden 25 mm daha altta olmak üzere batırılmıştır. Bunun için deney parçaları birbirine ve kaba değmeyecek şekilde üst taraftan bir ağırlıkla bastırılarak 2 ve 24 saat sonra sudan dışarı alınıp ve bir bez ile fazla suyu alınarak bu durumdaki ağırlıkları belirlenmiştir. Buna göre su alma miktarı: suda bekletilen örnek ağırlığı my, klimatize edilmiş durumdaki ağırlık ml olmak üzere, su alma oranı;

$$SA = ((my-mI)/ml) \times 100 \quad (\%)$$

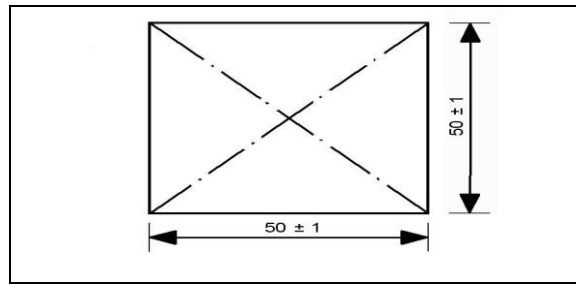
my= son ağırlık (g)

ml= ilk ağırlık (g)

eşitliğinden hesaplanır

2.3.1.7. 80 °C Suda Bekletme Sonrası Kalınlık Artış Oranı

Deney parçaları, % 65±5 nisbi rutubet ve 20±2 °C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar kondisyonlanır. Her deney parçasının kalınlığı TS EN 325' e uygun olarak ve köşegenlerin kesişme noktasından 0.01 mm hassasiyetle ölçülmelidir.



Şekil 2.7. Deney parçasının kalınlık ölçme yeri

Deney parçaları; birbirlerine, su tankının tabanına ve kenarlarına değmeyecek şekilde, dikine olarak her yeni deney başlangıcında temiz ve durgun, pH değeri 7±1 ve sıcaklığı 80±1°C olan su içerisine daldırılır. Deney parçalarının üst kısımları su yüzünden yaklaşık olarak 25±5 mm aşağıda olmalıdır. Her deneyin sonunda su değiştirilmelidir. Farklı levha tipleri için, su içerisinde bekletme süreleri, ilgili standartlarında açıklandığı gibi olmalıdır. Daldırma süresi olan 2 saat tamamlanmasının ardından deney parçaları sudan çıkarılır, fazla sular akıtılır ve her deney parçasının kalınlığı ölçülür. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 6 adet örnek hazırlanmıştır. Her deney parçası için, 80 C suda 2 bekletildikten sonra kalınlığına şişme “G_t” yüzde olarak ifade edilir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100$$

Burada;

T_1 = Deney parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm)

T_2 = Deney parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm) dır.

Bir levhanın kalınlığa şişmesi, o levhadan alınan bütün deney parçalarının sonuçlarının aritmetik ortalaması alınarak bulunur

2.3.2. Mekanik Özellikler

2.3.2.1. Yüzeye Dik Çekme Direnci

Yonga levhalar, lif levhalar ve çimentolu yonga levhaların, levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini TS EN 319 (1999)' a uygun yapılmalıdır. Deney parçalarının yüzeyine dik yönde ve kırılma meydana gelinceye kadar, üniform bir çekme kuvveti uygulanarak, deney parçalarının yüzeye dik yöndeki çekme dayanımı tayin edilir. Deney parçasının yüzeyine uygulanan maksimum çekme kuvvetinin, deney parçasının yüzey alanına oranı yardımı ile yüzeye dik çekme dayanımı hesap edilir.

Deney Makinesi: Deney makinesi, kavrama çeneleri arasına (Şekil 6) yerleştirilen deney parçalarının yüzeylerine dik yönde çekme kuvveti uygulayacak ve uygulanan kuvveti %1 hassasiyetle ölçebilecek özellikte. Kavrama çeneleri, ortasındaki bir mafsal (bilyeli) yardımı ile otomatik olarak ayarlanmalı ve deney parçasının her iki yüzeyine bağlanmalıdır.

Deney Blokları: Deney blokları, (metal, sert odun veya kontrplak), yapıştırılacağı deney parçalarına ve tespit aparatlarına uygun özellikte olmalıdır (Şekil 10).

Numunenin alınması ve deney parçalarının kesilmesi, TS EN 326-1' e uygun yapılmalıdır. Deney parçaları, kenar uzunluğu 50 ± 1 mm olan kare şeklinde olmalıdır. Deney parçaları, kenarları dik, uçları düzgün ve temiz olarak kesilmelidir. Deney parçaları, nispi rutubeti $\%65 \pm 5$ ve sıcaklığı $20 \pm 2^\circ\text{C}$ olan bir ortamda değişmez kütleye erişinceye kadar kondisyonlanır. Bazı durumlarda; örneğin; rutubetli ortamlarda bir yıpranma deneyi veya su içerisinde daldırma deneyi gibi durumlarda, alternatif kondisyonlandırma işlemleri belirlenebilir. Bu durumda takip edilen uygun standartlara başvurulmalıdır. Kondisyonlama işleminden sonra, her bir deney parçasının uzunluk ve genişliği TS EN 325' e uygun olarak ölçülür.

Her deney parçası, uygun bir yapıştırıcı kullanılarak, yükleme bloklarına

yapıştırılmalıdır. Daha sonra preslenerek tutkal fazlalıkları alınmalıdır. Sıcak (erimiş) tutkal kullanılması halinde, tutkallı kenar pürüzsüz bir yüzey elde edilinceye kadar zımparalanmalıdır. Kenar zımparalanamıyorsa, boşluklar dolgu tutkalı ile (epoksi tutkal) doldurulmalıdır. Tutkallama yapılırken, deney parçası üzerinde herhangi bir olumsuz etkiye neden olabilecek, çekme, sıkıştırma, zorlama, sıcaklığın yükselmesi vb. gibi durumlardan mümkün olduğunca sakınılmalıdır. Ön hazırlama işlemleri sırasında deney parçalarının yüzeylerinde pürüzler vb. oluşmuşsa, deney parçası, alt ve üst yüzeyleri zımpara ile temizlendikten sonra yükleme bloklarına yapıştırılmalıdır.

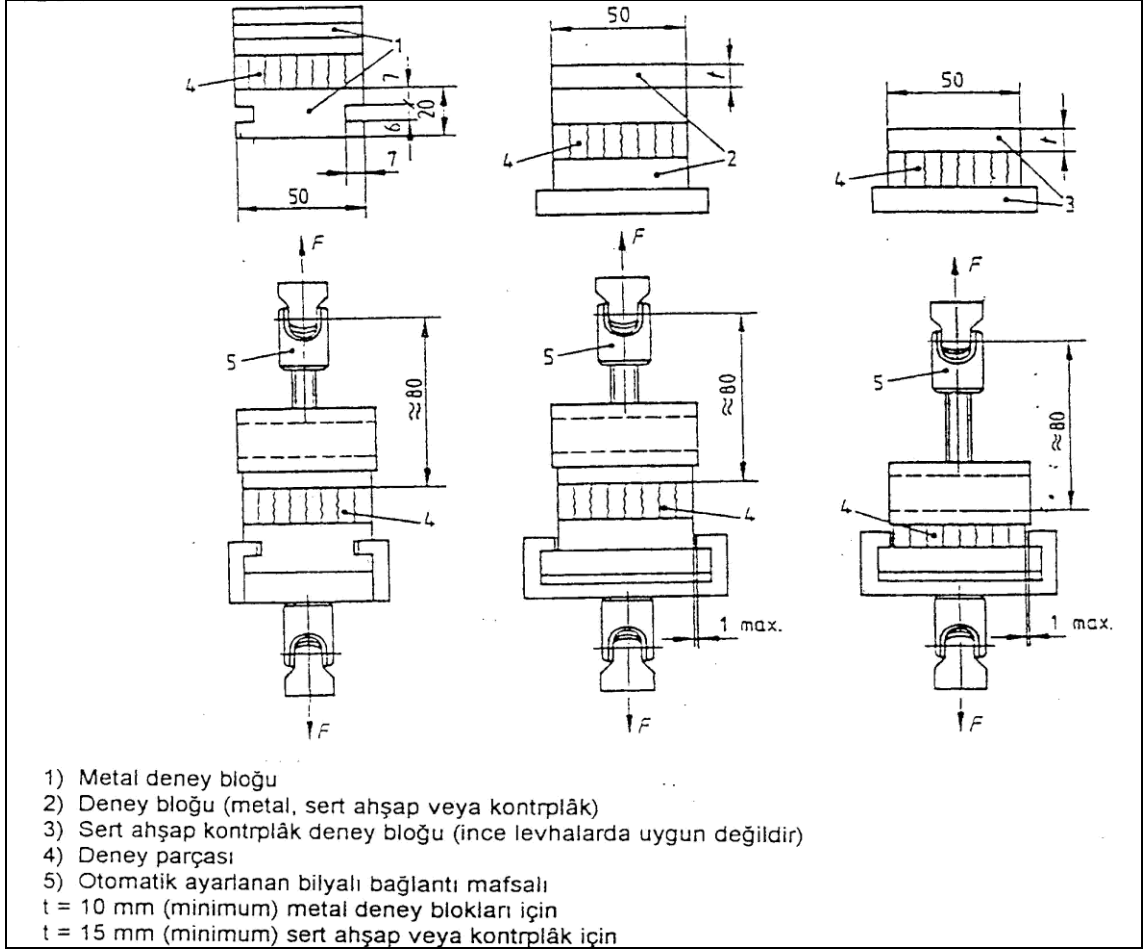
Yüzeye dik çekme direnci deneyi EN 319 (1999)'de belirtilen esaslara uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Her levha grubundan 50x50 mm boyutlarında 10 adet örnek hazırlanmıştır. Sıcaklığı 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilen örneklerin boyutları ±0.01 mm duyarlıklı kumpas ile ölçülmüştür. Bunu takiben örneklerin her iki yüzüne standartlarda belirtilen profillere sahip kayın takozlar yapıştırılmıştır. Bu amaçla polivinil asetat tutkalı kullanılmıştır. Kayın takoz yapıştırılmış örnekler işkencelerle sıkıştırılmış, sıkıştırma süresi bir gün olarak belirlenmiştir. Kırılmaları levha yüzeylerine çok yakın örnekler hesaplara dahil edilmemiştir. Yüzeye dik çekme direnci;

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

eşitliğinden hesaplanmıştır. Burada;

F_{max} =Kırılma anındaki max kuvvet (kg)

A =Örnek enine kesit alanı (cm²)



Şekil 2.8. Levha yüzeyine dik çekme mukavemetinin tayini için deney makinesi



Şekil 2.9. Levhaların yüzeye dik çekme direnci için hazırlanan numuneler

Yüzeye dik çekme direnci için hazırlanan test örnekleri ve Universal test cihazına ait yüzeye dik çekme deneyi Şekil 2.9'da görülmektedir. Deney örnekleri numune alma kesme ve muayene bölümlerini içeren TS EN 326-1 ve 2 (1999)'a göre kesilerek elde edilmiştir. Sonuçta tüm veriler TS EN 312 (2005) standardına göre değerlendirilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLER

3.1.1. Özgül Ağırlık

Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 680 kg/m^3 ' tür. Yoğunluklar sermenin elle olması sebebiyle değişkenlik göstermiştir. Yoğunluklar $670\text{-}700 \text{ kg/m}^3$ arasında farklılık göstermiştir. Bu farklılığın nedeni üretilen levhaların elle serilmesidir. Fakat bununla beraber levhalar arasında hedeflenen özgül kütle değerlerinde önemli bir sapma olmadığı ifade edilebilir. TS EN 312 (2005)'e göre levhadaki ortalama yoğunluk sapması max % ± 10 olarak belirtilmektedir. Levhaların yoğunluk değerleri Çizelge 3.1 de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Levhaların kg/m^3 yoğunluk değerleri çizelgesi

Levha ortalamaları					
Levha grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	S	Yoğunluk (kg/m^3)	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	0,06	679 <i>b</i>	4,27
B	% 0,3 parafin	11,87	0,07	675 <i>ab</i>	7,38
C	% 0,5 parafin	11,88	0,47	681 <i>b</i>	6,12
D	% 0,8 parafin	11,87	0,1	670 <i>a</i>	9,04
E	% 0,3 AKD	11,92	0,05	679 <i>b</i>	7,54
F	% 0,5 AKD	11,94	0,07	682 <i>b</i>	6,83
G	% 0,8 AKD	11,82	0,08	700 <i>c</i>	7,79

S: Standart sapma

Ortalamalar arasındaki istatistiksel farklılıkları göstermek için çoklu varyans analiz yöntemlerinden Duncan testi kullanılmıştır.

Çizelge 3.1'de levhaların yoğunlukları ile belirtilen italik harfler levha gruplarının istatistiksel olarak farklılıklarını göstermektedir. Aynı sütunda aynı harf ile belirtilen değerler arasında % 95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Kontrol grubu levhaları ile % 0,3 ve % 0,5 parafin ilave edilmiş levhaların yoğunluk değerlerinde istatistiksel olarak farklılık görülmezken % 0,8 akd ilaveli levhaların yoğunluk değerleri farklılık göstermiştir. Aynı şekilde % 0,3 ve % 0,5

akd ilavesi yoğunluk değerlerinde kontrol örneklerine göre farklılık göstermezken % 0,8 akd ilave edildiğinde kontrol örneklerinin yoğunluk değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (P=0,000).

Çizelge 3.2. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların yoğunluk değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
YOĞUNLUK	Gruplar Arası	4754,546	6	792,424	15,62	0,000
	Gruplar İçi	3144,700	62	50,721	-	-
	Toplam	7899,246	68	-	-	-

$P < 0,05$

3.1.2. Kalınlık Artışı (şişme) Oranı

Suda bekletme sonrasında % 0,3, % 0,5, % 0,8 oranlarında parafin ve aynı oranlarda akd kimyasalı katılımıyla üretilen levhaların kalınlık artışı ortalama değerleri çizelge 3.3' de verilmiştir.

Çizelge 3.3. Suda bekletme sonrası % şişme oranları çizelgesi

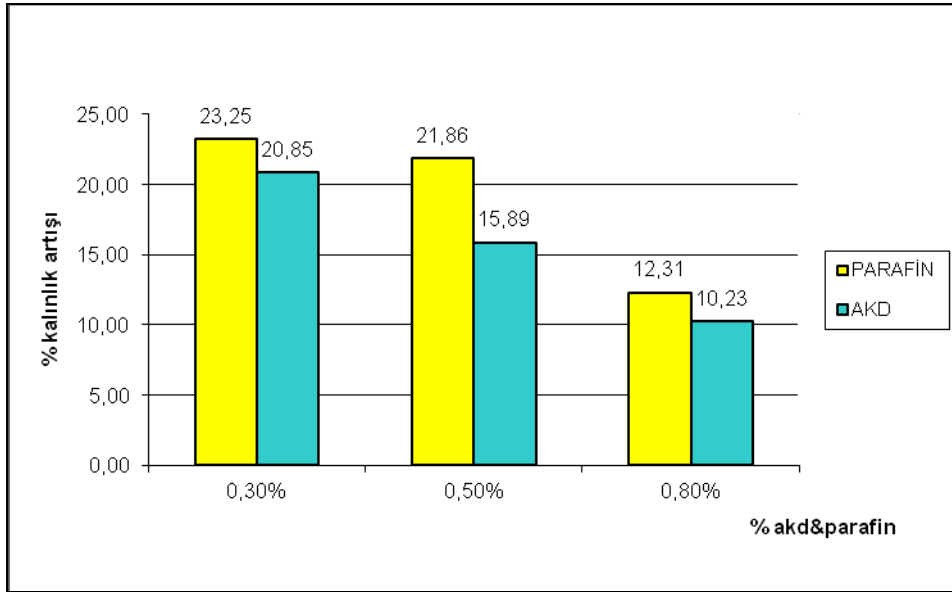
Levha ortalamaları					
Levha grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Şişme (%)	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	679	32,8 <i>a</i>	1,27
B	% 0,3 parafin	11,87	675	23,25 <i>b</i>	0,27
C	% 0,5 parafin	11,88	681	21,86 <i>c</i>	0,48
D	% 0,8 parafin	11,87	670	12,31 <i>f</i>	0,56
E	% 0,3 AKD	11,92	679	20,85 <i>d</i>	0,15
F	% 0,5 AKD	11,94	682	15,89 <i>e</i>	0,73
G	% 0,8 AKD	11,82	700	10,23 <i>g</i>	0,11

S: Standart sapma

Çizelge 3.4. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların kalınlık değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
KALINLIK	Gruplar Arası	0,082	6	0,014	0,372	0,894
	Gruplar İçi	2,310	63	0,037	-	-
	Toplam	2,392	69	-	-	-

$P > 0,05$



Şekil 3.1. % Kalınlık artışı grafiği

Akd ve parafin kimyasallarının sırasıyla % 0,3, % 0,5, ve % 0,8 oranlarında katılması sonucunda, en düşük kalınlık artışı % 0,8 oranında akd kimyasalı katılmasıyla elde edilmiştir. G grubu levhalarda % 10,23 oranında kalınlık artış değerinin % 0,8 akd kimyasalı ilavesiyle elde edilmesi, akd kimyasalının levhaların nemli ortamlarda boyutsal stabilitesini çok iyi derecede koruduğunu göstermiştir. En olumsuz sonuç B grubu levhalarda, yani % 0,3 parafin ilavesinde elde edilmiştir. Akd kimyasalının katılım oranının artmasıyla kalınlık artışı da azalmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarında levhaların kalınlık artışı değerlerinde kontrol örneklerine göre anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir ($P < 0,005$).

3.1.3. Su Alma

% 0,3, % 0,5, % 0,8 oranlarında akd ve parafin katılması sonucunda su alma % performansları çizelgesi aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 3.5. Su alma % değerleri çizelgesi

Levha ortalamaları					
Levha Grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Su alma %	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	679	90,14 <i>a</i>	0,12
B	% 0,3 parafin	11,87	675	83,22 <i>b</i>	1,17
C	% 0,5 parafin	11,88	681	78,65 <i>c</i>	1,59
D	% 0,8 parafin	11,87	670	49,22 <i>e</i>	2,12
E	% 0,3 AKD	11,92	679	79,12 <i>c</i>	0,08
F	% 0,5 AKD	11,94	682	59,82 <i>d</i>	2,09
G	% 0,8 AKD	11,82	700	38,92 <i>f</i>	0,34

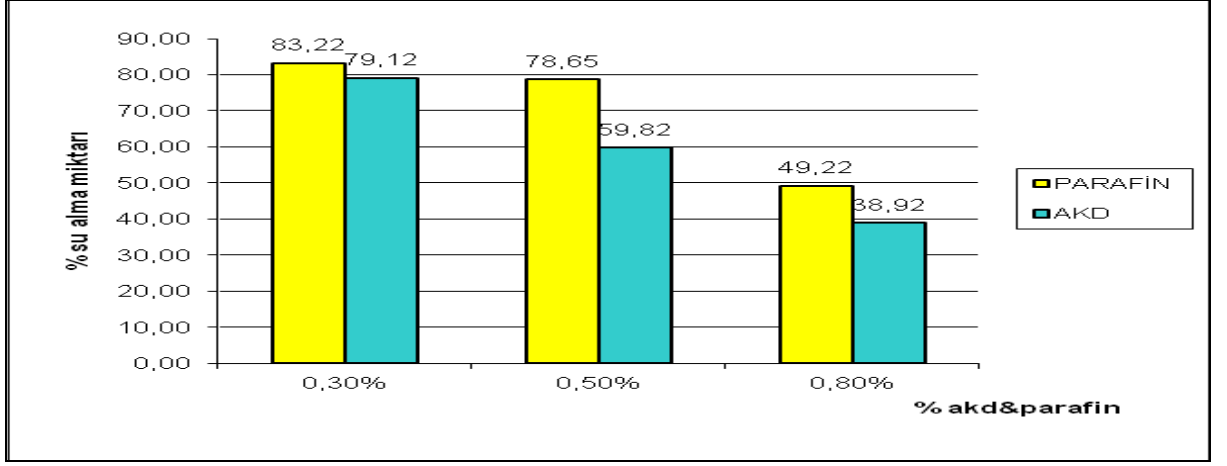
S: Standart sapma

Çizelgeden de anlaşıldığı gibi; parafin ve akd katılma oranının artışıyla birlikte su alma % değerleri de düşüş göstermiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarında levhaların su alma değerlerinde kontrol örneklerine göre anlamlı farklılıklar olduğunu göstermiştir ($P<0,005$).

Çizelge 3.6. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların su alma değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
SU ALMA	Gruplar Arası	22233,746	6	3705,624	2009,104	0,000
	Gruplar İçi	116,198	63	1,844	-	-
	Toplam	22349,944	69	-	-	-

$P<0,05$



Şekil 3.2. % su alma değerleri karşılaştırma grafiği

Akd kimyasalı ilavesiyle üretilen levhaların su alma % değerleri sırasıyla % 79,12, % 59,82 ve % 38,92 olarak gittikçe azalmıştır. Suda bekletilen deneme levhalarının hidrofobik bir yapıya sahip olması sayesinde, levhalar minimum oranda su alarak parafinden daha başarılı bir boyutsal stabilite performansı sergilemiştir. % 0 parafin ve % 0 akd katılımıyla üretilen şahit numunelerin ise; % 90,14 değeri ile standartlara uygun olmadığı tespit edilmiştir.

3.1.4. Serbest Formaldehit

Üretilen levhaların serbest formaldehit değerleri, akd katılımıyla giderek azalmıştır. Akd kimyasalının üretilen levhalardan açığa çıkabilecek serbest haldeki formaldehiti önemli ölçüde parafine kıyasla düşürdüğü tespit edilmiştir.

Çizelge 3.7. Serbest Serbest formaldehit emisyon miktarı değerleri çizelgesi(mg/100ml)

Levha ortalamaları					
Levha Grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Serbest formaldehit (mg/100g)	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	679	4,99 <i>a</i>	0,08
B	% 0,3 parafin	11,87	675	4,66 <i>b</i>	0,10
C	% 0,5 parafin	11,88	681	4,25 <i>c</i>	0,12
D	% 0,8 parafin	11,87	670	4,08 <i>de</i>	0,30
E	% 0,3 AKD	11,92	679	4,15 <i>cd</i>	0,10
F	% 0,5 AKD	11,94	682	3,99 <i>ef</i>	0,14
G	% 0,8 AKD	11,82	700	3,88 <i>f</i>	0,12

S: Standart sapma

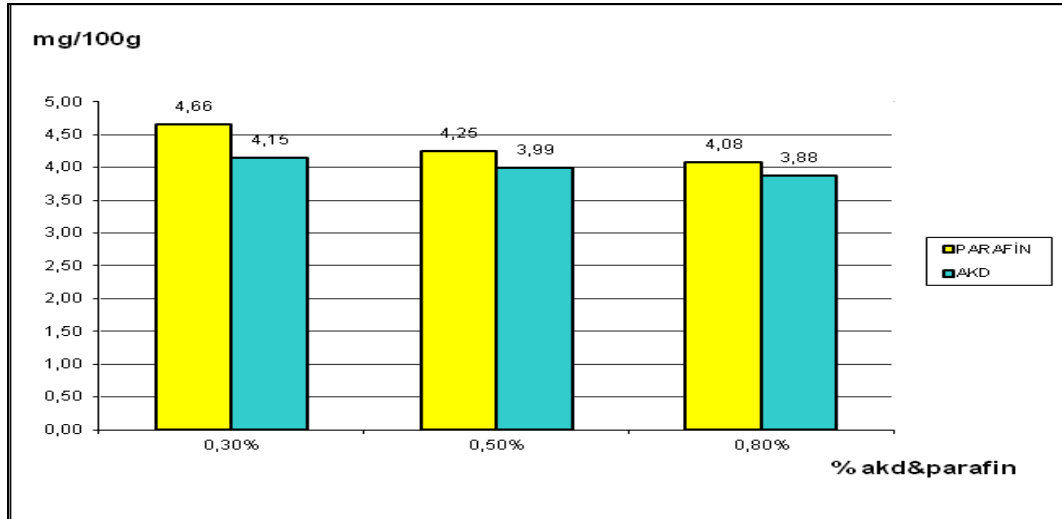
*Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farsızdır.

Çizelge 3.7’ de parafin ve ilavesinin artışına paralel olarak levhaların serbest formaldehit emisyon değerlerinde azalmalar olduğu ve kontrol örnekleri ile kıyaslandığında ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ($P<0,005$). Akd kimyasalı kullanıldığında ise kontrol örnekleri ile kıyaslandığında ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu görülmüştür. % 0,5 ve % 0,8 akd kullanıldığında serbest formaldehit emisyonu ortalamaları arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Çizelge 3.8. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların serbest formaldehit salınım değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
SERBEST FORMALDEHİT SALINIMI	Gruplar Arası	9,434	6	1,572	67,377	0,000
	Gruplar İçi	1,470	63	0,023	-	-
	Toplam	10,904	69	-	-	-

$P<0,05$



Şekil 3.3. Serbest formaldehit emisyon miktarı karşılaştırma grafiği (mg/100g)

Akd katılma miktarının artmasıyla birlikte; boyutsal stabilite özelliğinin artması ve serbest formaldehit emisyon miktarında da % 0,8 akd kullanımında 3,88 mg/100g gibi düşük bir değer elde edilmiştir. Şahit numunelerde ise 4,99 mg/100g değeri ölçülmüştür.

3.1.5. 80 °C Suda Bekletme Sonrası Kalınlık Artışı

Normalde suda bekletilerek kalınlık artışı ölçümü yapılan testteki su sıcaklığı $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' dir. Yüksek sıcaklıklardaki kaynatma testi, neme karşı dayanıklı levhaların kalınlık artış miktarını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Bizde akd ve parafınle üretilen levhaların hidrofobitesini kıyaslamak amacıyla $80\pm 1^{\circ}\text{C}$ gibi bir sıcaklıkta bekletilen levhaların kalınlık artış miktarlarını % olarak kıyaslama yaptık.

Çizelge 3.9. 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artışı % değerleri çizelgesi

Levha ortalamaları					
Levha grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m^3)	80 °C suda bekletme %	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	679	84,74 a	2,40
B	% 0,3 parafin	11,87	675	64,44 b	0,54
C	% 0,5 parafin	11,88	681	71,16 c	0,85
D	% 0,8 parafin	11,87	670	77,44 d	1,61
E	% 0,3 AKD	11,92	679	69,14 e	1,98
F	% 0,5 AKD	11,94	682	66,44 f	2,83
G	% 0,8 AKD	11,82	700	57,99 g	0,48

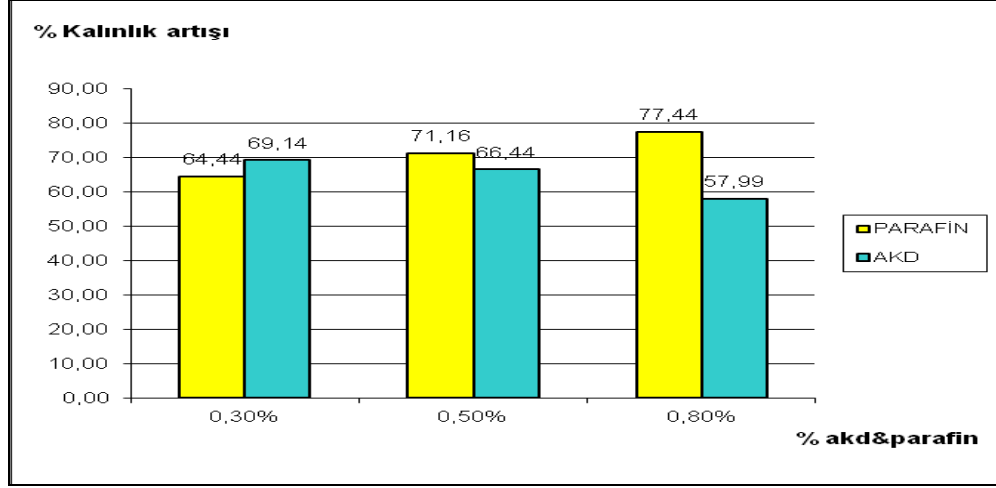
S: Standart sapma

Tüm levhalarda parafin ve akd kimyasalı kullanımı ile 80 °C de suda bekletme sonrası kalınlık artış değerlerinde kontrol örneklerine oranla azalma görülmüş ve istatistiksel olarak aralarında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P<0,005$).

Çizelge 3.10. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artış değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
80 °C Suda Bekletme Sonrası Kalınlık Artış Değeri	Gruplar Arası	4623,663	6	770,610	250,449	0,000
	Gruplar İçi	193,846	63	3,077	-	-
	Toplam	4817,509	69	-	-	-

$P<0,05$



Şekil 3.4. 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artış değerleri karşılaştırma grafiği

80±1°C suda bekletilmesine rağmen en az kalınlık artışı % 0,8 akd nin ilave edildiği durumda görülmektedir. Grafikte parafin miktarının artmasıyla kalınlığın da arttığı tespit edilmiştir. Ancak, akd miktarının artmasıyla kalınlık artışının azaldığı ve yüksek sıcaklıklarda dahi levhaların boyutsal stabilitelelerinin iyileştiği görülmüştür. Parafinin yüksek sıcaklıklarda yapısını koruyamayıp, levhanın boyutsal stabilitesinde olumsuz sonuçlar gösterdiği tespit edilmiştir.

3.1.6. Rutubet Miktarı

Üretilen yonga levhaların rutubet miktarları, aynı zamanda mekanik ve fiziksel test sonuçlarını etkilediğinden dolayı önem arz etmektedir.

Çizelge 3.11. Levhaların % rutubet değerleri çizelgesi

Levha ortalamaları					
Levha grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m ³)	Rutubet %	S
A	Kontrol (% 0 parafin, % 0 akd)	11,86	679	4,86 a	0,07
B	% 0,3 parafin	11,87	675	5,33 e	0,15
C	% 0,5 parafin	11,88	681	5,24 de	0,10
D	% 0,8 parafin	11,87	670	5,17 bcd	0,12
E	% 0,3 AKD	11,92	679	5,18 cd	0,12
F	% 0,5 AKD	11,94	682	5,11 bc	0,11
G	% 0,8 AKD	11,82	700	5,07 b	0,08

S: Standart sapma

*Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farsızdır.

Levhaların % rutubet miktarları parafin ve akd ilevesiyle kontrol örneklerine göre istatistiksel olarak artış göstermiş ve ortalamalar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($P<0,005$). Ancak parafin ve akd kimyasalının oranının artmasıyla rutubet artışları istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş yani ortalamalar arasında fark görülmemiştir. Rutubet ortalaması % 5,14 olarak ölçülmüştür.

Çizelge 3.12. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların rutubet miktarı değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
% RUTUBET MİKTARI	Gruplar Arası	1,357	6	0,226	18,931	0,000
	Gruplar İçi	0,753	63	0,012	-	-
	Toplam	2,110	69	-	-	-

$P<0,05$

3.2. MEKANİK ÖZELLİKLER

3.2.1. Yüze Dik Çekme Direnci

Çizelge 3.7' de görüldüğü gibi akd kimyasalının ilavesiyle yüze dik çekme değerlerinde bir artış gözlenmiştir

Çizelge 3.13. Yüze dik çekme değerleri çizelgesi

Levha ortalamaları					
Levha grubu	Parafin ve akd miktarı %	Kalınlık (mm)	Yoğunluk (kg/m^3)	Çekme (N/mm^2)	S
A	% 0 parafin, % 0 akd	11,86	679	0,59 a	0,07
B	% 0,3 parafin	11,87	675	0,75 b	0,05
C	% 0,5 parafin	11,88	681	0,79 bc	0,05
D	% 0,8 parafin	11,87	670	0,83 cd	0,04
E	% 0,3 AKD	11,92	679	0,84 cd	0,07
F	% 0,5 AKD	11,94	682	0,87 d	0,05
G	% 0,8 AKD	11,82	700	0,99 e	0,07

S: Standart sapma

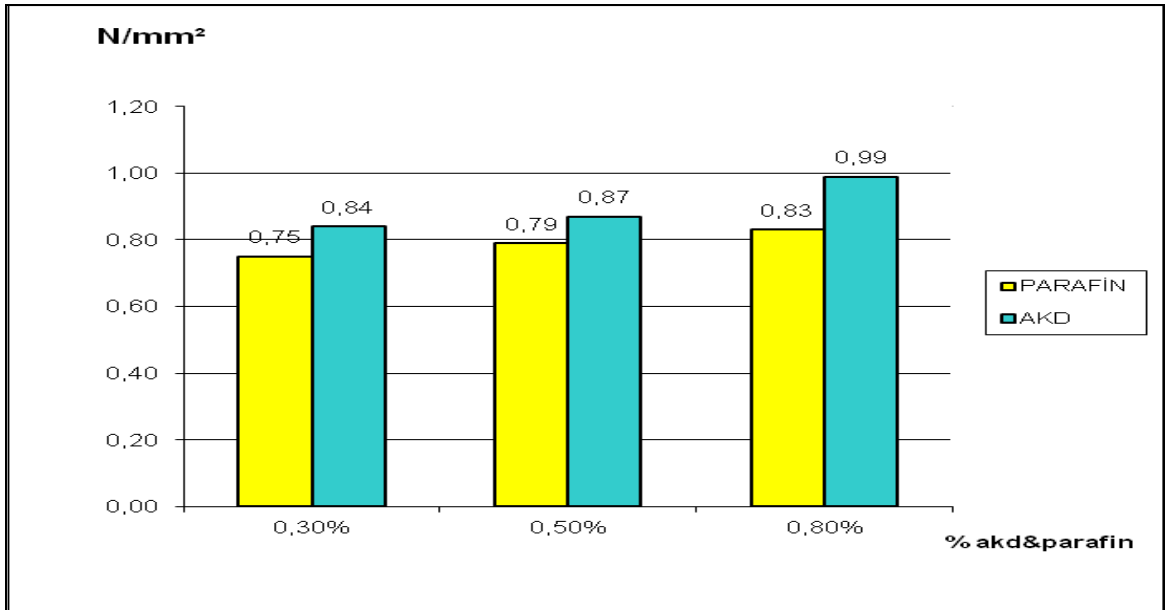
*Sütunda aynı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak farsızdır.

Çizelge 3.13’ de görüldüğü gibi levha gruplarına parafin ve akd kimyasalı katılımı ile levhaların çekme mukavemeti değerlerinde artış meydana gelmiş. Ortalamalar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmüştür ($P < 0,005$). % 0,3 akd ve % 0,5 akd kullanımının çekme değerleri arasında anlamlı farklılık göstermediği % 0,8 akd kullanımında çekme değerleri açısından % 0,3 ve % 0,5 akd kullanımına göre ortalamalar arasında anlamlı farklılıklar görüldüğü tespit edilmiştir. Parafin kullanımında ise % 0,5 ve % 0,8 oranında katılan levha gruplarının çekme değerleri ortalamaları arasında istatistiksel olarak fark görülmemiştir.

Çizelge 3.14. Parafin ve akd ilave edilerek üretilen levhaların çekme direnci değerlerine ilişkin çoklu varyans analiz sonuçları

	Varyans Kaynakları	Toplam Kareler	Standart Sapma	Ortalama Kareler	F Oranı	Önem Düzeyi
ÇEKME DİRENCİ	Gruplar Arası	0,910	6	0,152	46,401	0,000
	Gruplar İçi	0,206	63	0,003	-	-
	Toplam	1,116	69	-	-	-

$P < 0,005$



Şekil 3.5. Çekme değerleri karşılaştırma grafiği

Akd miktarının artmasıyla doğru orantılı olarak levhaların çekme mukavemeti de artmıştır. Akd kimyasalının, yonga levhalarda boyutsal stabilitenin yanında yüzeye dik yönde çekme direnci özelliklerinde önemli bir değişiklik olmamış, fakat az da olsa bir artış tespit edilmiştir. En yüksek çekme değeri % 0,8 akd ilavesinde 0,99 N/mm² olarak ölçülmüştür.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Akd kimyasalı bilindiği gibi kağıt sektöründe uzun yıllardan beridir, kağıda su ve neme karşı mukavemet kazandırmak amacıyla kullanılmaktadır. Selüloz liflerini yapıştırmak amacıyla da iç yapıştırma ajanı olarak kullanıldığını da literatür taramalarında sıkça görmekteyiz.

Yonga levhaların kullanım alanlarını genişletmek ve bu kullanım alanlarında suya ve neme karşı daha stabil bir yapıya sahip levhalar üretebilmek amacıyla, parafin yerine akd kimyasalı kullanım olanaklarının araştırılması sebebiyle bu çalışma yapılmıştır.

Parafinin içeriğindeki yağ sebebiyle, yonga levha üretiminde parafin kullanım miktarı belirli oranların üzerine çıktığında üretilen levhaların mekanik özelliklerinde düşüşe sebebiyet vermektedir. Bunun aksine akd kimyasalı ve selüloz lifi arasında bir reaksiyon gerçekleşmekte ve akd ile selüloz arasındaki bu reaksiyon akd yapıştırma mekanizmasında β -keto ester bağlarını oluşturmaktadır. Bu kovalent bağ formasyonunda lif yüzeylerden uzaklaşmakta hidrofobite dışarıya doğru azalarak yönlenebilmekte ve durağan hale gelmektedir (Militz vd., 2008). Bu sebepten dolayı akd ile üretilen levhalar parafin ile üretilen levhalara göre daha hidrofobik özellik göstermiştir. Genel olarak fiziksel özellikleri iyileştirmiştir.

Yonga levha üretiminde yoğunluk deney metodu TS EN 323' e göre yapılır. Levhalar üretilirken hedeflenen yoğunluktan sapmalar olabilir. Bu farklılığın oluşmasında kullanılan malzemenin cinsi, karışım oranı, levhaya uygulanan pres süresi, pres sıcaklığı, pres basıncı gibi birçok etken etki etmiştir. Üretilen deneme levhalarının yoğunluk ortalaması 681 kg/m^3 tür. Üretilen levhalar orta yoğunluklu levhalar arasında yer almakta olup, standartlara göre levha içerisindeki yoğunluk değişimi % 10'u aşmaması istenir (TS EN 312, 2005). Dolayısıyla elde edilen levhaların yoğunluk farklılığı % 10' dan fazla olmadığı için standartlara uygundur.

Rutubet miktarı tayini TS EN 322 (1999)'a göre tespit edilmiş olup, TS EN 312 (2005)' ye göre % 5-13 arasında olmalıdır. Üretilen levhaların rutubet ortalama değeri % 4,16 gelmiştir. Gündüz. vd. (2005) 'de ürettikleri yonga levhaların rutubetlerini % 6,62- 7,05 arasında bulmuşlardır. Yonga levha üretiminde dış tabaka yongalarının rutubet oranının artırılmasıyla levha taslağının orta kısımlarına ısı transferinin daha hızlı olduğunu ve

daha fazla buharlaşma sebebiyle levha rutubet miktarının diğer levhalara göre daha düşük çıktığını tespit etmişlerdir.

Kalınlık artışı (şişme) TS EN 317' ye göre yapılmıştır. Kalınlık artışı değeri ortalaması 2 saat suda bekletme sonucunda standartlara uygun olduğu tespit edilmiştir. TS EN 312 (2005) standardına göre nemli şartlarda kalınlığına şişme 24 saatte max % 14-16 olmalıdır. Ancak akd katılımıyla birlikte bu değer giderek azalmış ve G grubu levhalarda ortalama iki saat için % 10,23 olarak tespit edilmiştir. Militz vd, 2008' de; yaptıkları bir çalışmada, akd ile karıştırılmış yongalardan üretilen yonga levhaların 2 saat suda bekletildikten sonra kalınlık artışı % 9,3 olarak ölçülmüştür.

Su alma testi kalınlık artışı testi yapılması sırasında ölçülmüştür. Su alma miktarı ile ilgili standartlarda herhangi bir değer yer almamaktadır. 2 saat suda bekletildikten sonra su alma ortalaması G grubu levhalarda % 0,8 oranında akd katılımıyla min. su alma değeri olan % 38,92 verisi elde edilmiştir. Militz vd, 2008' de; yaptıkları bir çalışmada, akd ile karıştırılmış yongalardan üretilen yonga levhaların 2 saat suda bekletildikten sonra su alma miktarları % 42,3, parafin ile karıştırılmış yongalardan üretilen yonga levhaların su alma miktarları ise % 7,9 olarak ölçülmüştür.

Yüzeye dik çekme dayanımı TS EN 319'a göre tespit edilmiş olup, kuru şartlarda iç uygulamalarda (mobilya dahil) kullanılan levhalar için belirlenen (Tip P2) özelliklerde 6-13 mm kalınlığındaki yonga levhalarda TS EN 312 (2005)'e göre 0,40 N/mm² olması gerektiği ifade edilmektedir. Üretilen deneme levhalarındaki çekme değeri, akd katılımının artmasıyla azda olsa artarak max. 0,99 N/mm² değeri elde edilmiş ve standartların çok üzerinde bir yüzeye dik çekme dayanımına sahip levhalar üretilmiştir. Militz vd, 2008' de; yaptıkları bir çalışmada, akd ile karıştırılmış yongalardan üretilen yonga levhaların yüzeye dik çekme mukavemeti 0,53 N/mm², parafin ile karıştırılmış yongalardan üretilen yonga levhaların yüzeye dik çekme mukavemeti 0,64 N/mm² olarak ölçülmüştür. Diğer yandan levha yoğunluğu da direnç özelliklerini önemli oranda etkiler. Güler vd. (2007)' de yaptıkları bir çalışmada, 400-700 kg/m³ aralığında üretilen levhalarda levha yoğunluğunun artmasıyla levhanın mekanik özelliklerinde önemli oranda artış olduğunu göstermiştir.

Serbest formaldehit emisyon miktarı ise TS 4894 EN 120 (1999)' a göre tespit edilmiştir. TS EN 312 (2005)'e göre E1 sınıfı levhalarda 8 mg/100g değerine eşit yada

bu değerin altında olmalıdır. Üretilen levhaların formaldehit emisyon miktarı ortalamalarının E1 sınıfı standartlarına uygun olduğu tespit edilmiştir. G grubu levhalarda % 0,8 akd katılımıyla min. değer olan 3,88 mg/ 100g değeri elde edilmiştir. Yonga levha üretiminde kabuk kullanım oranının artmasıyla birlikte formaldehit emisyonunun azaldığını belirten çalışmalar literatürde mevcuttur (Roffael, 1982; Nemli vd., 2002). Buna gerekçe olarak kabuktaki polifenolik maddelerle yıkanabilir asitlerin oduna göre daha fazla olması gösterilirken, farklı ağaç türü kabukları ile odunlarının ekstraktiflerinin miktarı ve türüne göre formaldehit reaktivitesinin farklı olacağı bildirilmektedir (Lelis ve Roffael, 1995). Çolakoğlu vd. (1993) tarafından % 20'lik kızılçam kabuğu içeren yonga levhalar ile yapılan çalışmada formaldehit emisyonu miktarında % 48'lik bir azalma meydana geldiği rapor edilmiştir. Nemli vd. (2002) tarafından yonga levhalar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada ise, orta tabaka yongalarına yalancı akasya odunu kabuğundan % 6,25 oranında ilave edilmesi durumunda deneme levhalarının formaldehit emisyonunda bir değişme meydana gelmediği, bu oranın % 12,5 ve % 25 oranında artırılması durumunda ise formaldehit emisyonunda belirgin bir azalma görüldüğü ifade edilmiştir.

Kullanılan AKD miktarı % 0,3, % 0,5 ve % 0,8' e doğru giderek arttıkça levha boyutsal stabilite anlamında daha dirençli bir yapıya kavuşmuştur. Bu sebeple kalınlık artışı ve su alma değerleri akd miktarıyla doğru orantılı şekilde giderek azalmıştır.

AKD' nin selüloz lifleriyle reaksiyona girmesiyle birlikte iç yapışmaya yardımcı olduğu da düşünölmektedir. Bu sayede üretilen levhaların yüzeye dik çekme testlerinde olumlu sonuçlar dikkat çekmektedir.

Ayrıca; AKD ve selüloz lifleri arasındaki bu reaksiyonun bir diğer olumlu yanının da levhadaki serbest formaldehit oranını azaltıcı özellik göstermesidir. Akd miktarının artmasıyla formaldehit emisyon miktarları aynı doğrultuda azalma eğilimi göstermiştir.

AKD kimyasalı; suya ve neme karşı dayanıklı levhalarda kullanılan 80 °C suda bekletme sonrası kalınlık artışı testinden de başarıyla geçmiş ve parafine kıyasla daha olumlu sonuçlar vermiştir.

Tüm bu testler sonucunda, AKD kimyasalının levhalarda boyutsal stabiliteyi olumlu yönde etkilediği söylenebilir. Hidrofobik madde olarak Parafin kullanmaya göre levhaların bazı teknolojik özellikleri daha iyidir.

AKD parafine göre fiyatı yönüyle dezavantaja sahip olması nedeniyle, üretim maliyetlerini ucuzlatmak amacıyla parafinle birlikte karıştırılarak ta kullanılabilir. Diğer yandan fabrikasyon üretim tipi bir proseste daha homojen bir karışım olacağından, laboratuvar şartlarında elde edilen verilere göre daha iyi sonuçlar gösterecektir.

5. KAYNAKLAR

- Abdullah Z. A., Park B. D., Hydrolytic Stability of Cured Urea Formaldehyde Resins Modified by Additives, *Journal of Applied Polymer Science*, 14 (2) (2009) 1011-1017.
- Akbulut T., ORÜS Vezirköprü Yonga levha Fabrikasında Üretilen Levhaların Teknolojik Özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, İÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, (1991).
- Alma M.H., Kalaycıoğlu H., Bektaş İ., Tutuş A., Properties of Cotton Carpel Based Particleboards, *Industrial Crops and Products*, 22 (2) (2005) 141-149.
- Anonim, Adhesive Bonding of Wood, *US Department of Agriculture, Forest Service, Technical Bulletin No: 1512*, Washington, (1975).
- Anonim, Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards, *Forest Products Laboratory*, Washington, USA, (1972).
- Ashori A., Tabarsa T., Sepahvand S., Cement-Bonded Composite Boards Made from Poplar Strands, *Construction and Building Materials*, 26 (1) (2012) 131-134.
- Baştürk M.A., Boylu Ardıç Odununun Yonga levha Üretimine Uygunluğu Üzerine Araştırmalar, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 43 (2) (1993) 1-14.
- Blanchet P., Clastier A., Riedl B., Particleboard Made from Hammermilled Black Spruce Bark Residues, *Wood Science and Technology*, 34, (2000) 11-19.
- Bozkurt A.Y., Çimentolu Yonga levhalar, *İÜ Orman Fakültesi Dergisi*, 32, (2) (1982) 30-34.
- Burdurlu E., *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim Kullanım Teknikleri*, Bizim Büro Basımevi, Ankara (1994).

- Büyüksarı Ü., Ayrılmış N., Akbulut T., Compression Wood as a Source of Reinforcing Filler for Thermoplastic Composites, *Journal of Applied Polymer Science*, 123 (3) (2012) 1740-1745.
- Cates R.E., Dumas D.H., Evans D.B., Alkyl Ketene Dimer Sizes, (W.F. REYNOLDS editor), *Tappi Pres*, Newyork. (1986).
- Chang F.C., Lam F., Use of Mountain Pine Beetle Killed Wood to Produce Cement Bonded Particleboard, *Wood and Fiber Science*, 41, 3 (2009) 291-299.
- Chen, T.T., Soong, H.D., Tsai C.T., Effects of Radiata Pine Bark on Properties of Particleboard, *Forest Products Industries*, 25 (2) (2006) 133-142.
- Cheng E., Sun X., Karr G.S., Adhesive Properties of Modified Soybean Flour Wheat Straw Particleboard, *Applied Science and Manufacturing*, 35 (3) (2004) 297-302.
- Chow S., Bark Board without Synthetic Resins, *Forest Products Journal*, 25 (11) (1975) 32-37.
- Chow, P. Dry Formed Composite Board From Selected Agricultural Residues, *World Consultation on Wood Based Panels*, Food and Agriculture Organization of the United Nations. New Delhi, India, (1974).
- Chow S., Pickles K. J., Thermal Softening and Degradation of Wood and Bark, *Wood Fiber*, 3 (3) (1972) 166-178.
- Ciannamea F.M., Stefani P.M., Ruseckajte, RA., Medium-Density Particleboard from Modified Rice Husks and Soybean Protein Concentrate- Based Adhesives, *Bioresource Technology*, 101 (2) (2010) 818-825.
- Çetin N.S., Özmen N., Use of Organosolv Lignin in Phenol Formaldehyde Resins for Particleboard Production: I, Organosolv Lignin Modified Resins, *International journal of Adhesion and Adhesives*, 22 (6) (2002) 477-480.
- Çolakoğlu G., Kontrplak Üretim şartlarının Formaldehit Emisyonu ve Teknik Özelliklere Etkisi, *Doktora Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (1993).

- Dunky M., Urea-Formaldehyde Adhesive for Wood, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 18 (1998) 95-107.
- Erakhruman A.A, Areghan S.E., Ogunleye M.B, Selected Physico-Mechanical Properties of Comentbonded Partcleboard Made from Pine (*Pinus Caribaea M.*) Sawdust-Coir (*Cocos Nurifera L.*) Mixture, *Scientific Research and Essays*, 3 (5) (2008) 197-203.
- Garnier S., Pizzi A., Huang Z., Dry J.B., Forecasting of Commercial Tannin and Herives-Bonded Particleboard by Tma Bending, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 60 (5) (2002) 372.
- Gerardi V., Mineli F., Viggiano D., Steam Treated Rice, Industry Residues as an Alternative Feedstock for the Wood Based Particleboard Industry in Italy, *Biomass and Bioenergy*, 14 (3) (1998) 295-299.
- Goncalves F.G., Lelis R.C.C., Olivera, J.T.D., Influence of the Composition of Tannin Urea Formaldehyde Resins the Physical and Mechanicals Properties of Particleboard, *Revista Arvore*, 32 (4) (2008) 715-722.
- Grexa O., Lübke H., Flammability Parameters of Wood Tested on Acone Calorimeter, *Polymer Degradation and Stability*, 74 (3) (2001) 183-191.
- Grigoriou A.H., Ntalos G.A., The Potential Use of Castor Stalks As A Lignocellulosic Resource For Particleboards, *Industrial Crops and Products*, 13 (3) (2001) 209–218.
- Güler C. Pamuk (*Gossypiumhirsitum L.*) Saplarından Yonga levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, *Doktora Tezi* (yayınlanmamış), ZKÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın. 18-19, (2001).
- Güler C., Özen R., Some Properties of Particleboards Made From Cotton Stalks, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, (2004) 62, 1, 40-43.
- Heinrich H., Pichelin F., Pizzi A., Lower Temperature Tanin/Hexamine-Bonded Particleboard of Improved Performance, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 54 (4) (1996) 262.

- Hsy C.Y., Development of Melamine Modified Urea Formaldehyde Resins Based on Strong Acidic pH Catalyzed Urea Formaldehyde Polymer, *Forest Products Journal*, 59(5) (2009) 19-24.
- Hundhausen U., Stohldreier R., Miltz H. Mai C., Procedural İnfluence On The Properties of Particleboards Made from AKD Modified Chips, *European Journal of Wood and Products*, 67 (3) (2009) 303-311.
- Huş S., Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Yayın No: 242, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, Kutulmuş Matbaası, İstanbul, (1997).
- Kalaycıoğlu H. Çolakoğlu G., Çeşitli Ağaç Türlerinden Üretilmiş Kontrplak ve Yonga levhalardan Üretim şartlarına Bağlı Olarak Formaldehit Çıkışının Sınırlandırılması imkanları, *TÜBiTAK TOAG-935 Nolu Proje*, Trabzon (1994).
- Kalaycıoğlu H. Özen R., *Yonga levha Endüstrisi Ders Notları*, KTÜ, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, Trabzon (2009).
- Kalaycıoğlu H., Amonyum Lignosülfonat ve Fenol Formaldehit Tutkalı Kullanılarak Üretilen Yonga levhaların Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, *Yüksek Lisans Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon (1987).
- Kalaycıoğlu H., Sahil Çamı (Pinus Pinaster Ait.) Odunlarının Yonga levha Üretiminde Kullanılması İmkanları, *Doktora Tezi*, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. (1991).
- Karademir A., Akgül M., Tutuş A., Kağıt Endüstrisinde Enzim Kullanımına Genel Bir Bakış, Bolum 1:Enzimlerin Kabuk Soyma, Liflerin Modifikasyonu ve Cozunebilir Hamur Üretiminde Kullanımı. *KSU Fen ve Mühendislik Dergisi*, 5(1) (2002) 6-72.
- Kartal S.N. Clausen C.A., Leacability and Decoy Resistance of Particleboard Made from Acid Extracted and Bioremediated CCA-Treated Wood, *International Biodeterioration & Biodegradation*, 47 (3) (2001) 183-191.
- Kowaluk G. Fuczek D., PVAc Glue as a Binding Agent in Particleboards, *Drewno Wood*, 52 (182) (2009) 17-24.

- Kurtoğlu A. Uçar H., Orman Ürünleri Sanayiinde Formaldehit Ayrışması ve Çevre Sağlığına Etkileri, *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, 35, (1985) 27-36.
- Latorraca J.V.D., Teixeira D.E. Batiscta D.C., Overlay of *Eucalyptus urophylla* Cement-Bonded Particleboard for Application as Flooring Panels, *Forest Products Journal*, 59 (6) (2009) 65-69.
- Lee BH., Kim HS., Kim S., Kim HJ., Lee B., Deng YH., Feng Q. Luo JY.,Evaluating the Flammability of Wood-Based Panels and Gypsum Particleboard Using a Cone Calorimeter, *Construction and Building Materials*, 25 (7) (2011) 3044- 3050.
- Maloney T.M., Bark Boards from Four West Coast Soft Wood Species, *Forest Products Journal*, 23 8 (1973) 30-38.
- Maloney T.M., Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing, *San Francisco*, U.S.A. (1977).
- Maminski M.L., Borysiuk P., Parzuchowski P.G., Improved Water Resistance of Particleboards Bonded with Glutaraldehyde Blended UF Resin, *Holz Als Roh-Und Werkstoff*, 66 (5) (2008) 381-383.
- Militz H., Hundhausen U., Mai C., Use of alkyl ketene dimer (AKD) for surface modification of particleboard chips *Eur. J. Wood Prod.* 67 (2008) 37-45.
- Muszynski Z. Macnatt J.D., Investigations on the Use of Spruce Bark in The Manufacture of Particleboard in Poland, *Forest Products Journal*, 34 1 (1984) 28-35.
- Nemli G., Aytaç A., Üre Formaldehit Tutkalları, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 47 (6) (2002) 218.
- Nemli G., Çolak S., *Laminat Endüstrisinde Üre ve Melamin Formaldehit Tutkalları*, Ağaç Makineleri, 4 (2002) 46-48.
- Nemli G., Yalınkılıç M.K. İmanure Y., Takakoshi M., Kalaycıoğlu H., Demirci Z. Özdemir T., Biological, Physieal and Mechanical Properties of Particleboard Manufactured from Waste Tea Leaves, *International Biodeterioration*

Bioderagation, 41 (1) (1998) 75-84.

Nemli G., Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri, *Doktora Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon (2000).

Olorunnisola A.O., Effects of Husk Particle Size and Calcium Chloride on Strength and Sorption Properties of Coconut Husk-Cement Composites, *Industrial Crop and Products*, 29 (2) (2009) 495-501.

Örs Y., Kalaycıoğlu H., Çay Fabrikası Atıklarının Yonga levha Endüstrisinde Değerlendirilmesi, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 15, (1991) 968-974.

Özen R., Kimyasal Kağıt Hamuru Atık Sularının Yonga levha (Waferboard) Üretiminde Yapıştırıcı Madde Olarak Değerlendirilmesi Olanakları, *KTÜ Basımevi*, Trabzon, (1981).

Özen R., Yonga levha Endüstrisi Ders Notları, *KTÜ Orman Fakültesi Ders Notları* Yayın No: 30, Trabzon, (1980).

Pan Z., Cathcart A., Wang D., Properties of Particleboard Bond with Rice Bran and Polymeric Methylene Diphenyl Diisocyanate Adhesives, *Industrial Crops and Products*, 64 (3) (2005) 360-362.

Papadopoulos A.N., Durability of particleboards made from wood particles chemically modified with propionic anhydride: results after six years in ground stake-test, *European Journal of Wood and Wood Products*, 68 (3) (2010) 353-354.

Papadopoulos A.N., Gkaraveli A., Dimensional Stabilisation and Strength of Particleboard by Chemical Modification with Propionic Anhydride, *Holz als Rohund Werkstoff*, 61 (2) (2003) 142-144.

Papadopoulos A.N., Hague J.R.B., The Potential for Using Flax As A Lignocellulosic Rawmaterial for Particleboard, *Ind. Crops Products*, 17 (2003) 143-147.

Papadopoulos A.N., Hill C.A., Traboulay E., Isocyanate Resins for Particleboard; PMDI and EMDI, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 60 (2) (2002) 81-83.

- Pasillias C.N., Voulgaridis E.V., Water Repellant Efficiency of Organic Solvent Extractives from Aleppo Pine Leaves and Bark Applied to Wood, *Holzforschung*, 53 (1999) 151-155.
- Ping L ., Pizzi A., Guo ZD., Brosse N., Condensed Tannins Extraction from Grape Pomace: Characterization and Utilization as Wood Adhesives for Wood Particleboard, *Industrial Crops and Products*, 34 (1) (2011) 907-914.
- Pizzi A., Wood Adhesives: Chemistry and Technology, Vol. 1, Marcel Dekker, New York (1983).
- Roffael E. "Drying of pine particles and the effect on the strenght of particle board," *Proceedings of the Washington State University Particleboard Symposium*, 21 (1987) 361-381.
- Sedano-Mendoza M., Navarrete P., Pizzi A., Effect of Layers Relative Moisture Content on the IB Strength of Pine Tannin Bonded Particleboard, *European Journal of Wood and Wood Products*, 68 (3) (2010) 355-357.
- Sellers J., Plywood Adhesive Techonology, *Forest Products Utilazation Laboratory*, Marcel Decter Inc. New York (1985).
- Sellers T., Miller G.D., Nieh S., Evaluation of Post Added Ester and/or Urea as a Formaldehyde Scavenger in UF Resins Used to Bond Suthern Pine Particleboard, *Forest Prod.J.* 41 (1) (1990) 53-56.
- Soine H., Modem 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 (1973).
- Suchsland O., McNatt.J. D., On the warping of laminated wood panels. *Michigan State University, East Lansing, Michigan.* (1985) 120 p.
- Thole V., Weiss D., Suitability of Annual Plants as Additives for Gypsum Bonded Particleboards, *Holz als Roh-Und Werkstoff*, 50 6 (1992) 241-252.

Tröger F., Wegener G., Seeemann C., Mischantus and Flax As Raw Material for Reinforced Particleboards, *Ind. Crops Prod.*, 8 (2) (1998) 113-121.

TS EN 312, Yonga levhalar – Özellikler, *TSE*, Ankara, (2005).

TS-EN 312-3, Yonga Levhalar, Özellikler – Bölüm 3: Kuru Şartlarda Kapalı Ortamlarda Kullanılan (Mobilya Dahil) Yonga Levhaların Özellikleri, *TSE*, Ankara, (1999).

TS EN 317, Yonga Levhalar ve Lif Levhalar – Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, *TSE*, Ankara, (1999).

TS EN 319, Yonga levhalar – Özellikler, *TSE*, Ankara, (1999).

TS EN 322, Ahşap Esaslı levhalar Rutubet Miktarı Tayini, *TSE*, Ankara, (1999).

TS EN 323/1, Ahşap Esaslı Levhalar, Birim Hacim Ağırlığının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara, (1999).

TS EN 326-1, Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1:Deney Numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, *TSE* Ankara, (1999).

TS EN 326-2, Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma, Kesme ve Muayene-Bölüm 2: Fabrikada Kalite Kontrolü, *TSE*, Ankara, (2003).

TS 4894 EN 120, Ahşap Esaslı Levhalar-Formaldehit Miktarının Tayini-Ekstraksiyon Metodu ile Ayırma, *TSE*, Ankara, (1999).

Anonim: <http://www.imalpal.com/en/scheda.php?pr=73> (Erişim Tarihi 1 Temmuz 2014a).

Anonim: <http://www.imalpal.com/en/impianto.php?pr=67> (Erişim Tarihi 1 Temmuz 2014b).

Anonim: <http://www.siempelkamp.com/index.php?id=1770&L=0> (Erişim Tarihi 1 Temmuz 2014c).

Anonim: <http://www.siempelkamp.com/index.php?id=1771&L=0> (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014d**).

Anonim: <http://www.siempelkamp.com/index.php?id=740> (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014e**).

Anonim: <http://www.woodnews.in/May-Jun-12/news-11.html> (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014f**).

Anonim: http://www.pallmann.eu/language/front_content.php?idcat=88&idart=116&changelang=2 (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014g**).

Anonim: http://www.pallmannindustries.com/pzkr_-_knife_ring_flaker.htm (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014h**).

Anonim: http://www.pallmannindustries.com/pzkr_-_knife_ring_flaker.htm (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014ı**).

Anonim: <http://recalor.com/company-history/> (Erişim Tarihi 1 Temmuz **2014i**).

Wellons J. D., Kralmer R. L., Self Bonding in Bark Composites, *Wood Science*, 6 (2) (**1973**) 112-122.

Yemele M.C.N, Koubaa A, Diouf P.N., Effect of Hot-Water Treatment of Black Spruce and Trembling Aspen Bark Raw Material on The Physical and Mechanical Properties of Bark Particleoard, *Wood and Fiber Sicience*, 40 (3) (**2008**) 339-351.

Yıldız Ü.C., Bazı Hızlı Büyüyen Ağaç Türlerinden Hazırlanan Odun Polimer Kompozitlerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri, *Doktora Tezi*, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, (**1994**).

ÖZGEÇMİŞ

15.10.1986 yılında Tokat' da doğdu. İlköğretimini İstanbul' da, lise öğrenimini ise Kocaeli' de tamamladı. 2005 yılında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliğini kazandı ve lisans öğreniminin bir kısmını Erasmus öğrenci değişim programı aracılığıyla Polonya' da tamamladı. 2012 yılında Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği, Odun Mekaniği ve Teknolojisi Programında yüksek lisans eğitimine başladı ve halen devam etmektedir. Yabancı dili İngilizcedir.

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : HASAN IŞIK
Uyruğu : TC
Doğum tarihi ve yeri : 15.10.1986 TOKAT
Telefon : 0546 865 71 21
E-posta : hasankeas@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Lisans	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	2009
Lise	İzmit Mimar Sinan Lisesi (YDA)	2005

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2010-ve halen	Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	Vardiya Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce