



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**LİF LEVHA ÜRETİMİNDE SİLAN VE PARAFİN KULLANIMININ
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

HAZIRLAYAN

ŞEYMA ÖZLÜSOYLU

DANIŞMAN

PROF.DR. ABDULLAH İSTEK

BARTIN-2018



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**LİF LEVHA ÜRETİMİNDE SİLAN VE PARAFİN KULLANIMININ
ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Şeyma ÖZLÜSOYLU

JÜRİ ÜYELERİ

Danışman	:	Prof. Dr. Abdullah İSTEK	-	Bartın Üniversitesi
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT	-	Bartın Üniversitesi
Üye	:	Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZOR	-	Bülent Ecevit Üniversitesi

BARTIN-2018

KABUL VE ONAY

Şeyma ÖZLÜSOYLU tarafından hazırlanan “LİF LEVHA ÜRETİMİNDE SİLAN VE PARAFİN KULLANIMININ ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ” başlıklı bu çalışma, 14.09.2018 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Abdullah İSTEK (Danışman)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZOR

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

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

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Prof. Dr. Abdullah İSTEK danışmanlığında hazırlamış olduğum “LİF LEVHA ÜRETİMİNDE SİLAN VE PARAFİN KULLANIMININ ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

14.09.2018

Şeyma ÖZLÜSOYLU



ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında, tezin yürütülmesi ve çalışma konusunun seçiminde danışmanlığımı üstlenen, değerli bilimsel uyarı ve önerilerinden yararlandığım hocam Prof. Dr. Abdullah İSTEK'e içtenlikle teşekkür ederim.

Jüri üyesi olarak tezi inceleyen ve gerekli düzeltmelerin yapılmasını sağlayan sayın hocalarım Dr. Öğr. Üyesi S. Murat ONAT ve Dr. Öğr. Üyesi Mustafa ZOR' a şükranlarımı sunarım. Ayrıca laboratuvar çalışmalarında desteğini gördüğüm Arş. Gör. Dr. Ahmet CAN'a teşekkür ederim.

Hammadde tedarikinde yardımlarını esirgemeyen Kastamonu Entegre çalışanları ve Ar-Ge Mühendisi Aziz BİÇER'e teşekkür ederim.

Öğrenim hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunar, eşim İsmail ÖZLÜSOYLU ve oğlum Kerim Alp' e desteklerinden ötürü sevgilerimi sunarım.

Şeyma ÖZLÜSOYLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

LİF LEVHA ÜRETİMİNDE SİLAN VE PARAFİN KULLANIMININ ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİLERİ

Şeyma ÖZLÜSOYLU

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Abdullah İSTEK

Bartın- 2018, sayfa: 63

Bu çalışmada lif levha üretiminde ilave katkı maddesi olarak kullanılan iki farklı silan ve parafinin levhaların fiziksel ve mekanik özellikler üzerine etkisi incelenmiştir. Deney levhalarının üretim aşamasında tutkallı lifler üzerine [3-(2-Aminoethylamino)propyl] trimethoxysilane (silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (silan B) ve sıvı parafin %1,5, %2,5, %3,5 olmak üzere 3 farklı oranda katkı maddeleri ilave edilmiştir. Elde edilen levhaların su alma (SA), kalınlığına şişme (KŞ), yoğunluk gibi fiziksel özellikleri ile eğilme direnci (BS), eğilmede elastikiyet modülü direnci (MOE) ve yüzeye dik çekme direnci (IB) gibi mekanik özellikleri üzerine silan ve parafin kullanımının etkileri irdelenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kontrol örneğine kıyasla ilave katkı maddesi kullanımı ile SA ve KŞ oranlarında iyileşme olmuştur. 24 saat SA için kontrol örneğine kıyasla en yüksek iyileşme değeri %3,5 parafin için %55 olarak hesaplanmıştır. IB, MOE ve BS değerleri için ise kontrol örneğine kıyasla ilave katkı maddesi kullanımı ile artış olmuştur. Bu artışların değişkenlik gösterdiği ve en yüksek artışın %3,5 silan B ilavesinde IB, MOE ve BS için sırasıyla %44, %16,2 ve %38,7 olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca silan B (3-aminopropyltriethoxysilane) kullanımının fiziksel ve mekanik özellikler açısından en iyi sonuçları verdiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Lif levha; parafin; fiziksel ve mekanik özellikler; [3-(2 Aminoethylamino)propyl] trimethoxysilane; 3-aminopropyltriethoxysilane.

Bilim Kodu: 502.06.01



ABSTRACT

Msc. Thesis

EFFECTS OF SILANE AND PARAFFINE USED ON PROPERTIES IN FIBER BOARD PRODUCTION

Şeyma ÖZLÜSOYLU

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industry Engineering

Thesis Advisor: Prof. Abdullah İSTEK

Bartın-2018, pp: 63

In this study, the effect of two different silanes and paraffin on the physical and mechanical properties of the boards were investigated. In the production phase of the test plates, [3-(2-Aminoethylamino) propyl] trimethoxysilane (silane A), 3-aminopropyltriethoxysilane (silane B) and liquid paraffin were added in 3 different ratios of 1.5%, 2.5%, 3.5%. The effects of the use of silane and paraffin on the mechanical properties of the obtained boards such as water absorption (WA), thickness swelling (TS), density and mechanical properties such as internal bonding strength (IB), bending strength (BS) and modulus of elasticity in bending (MOE) were investigated. According to the results obtained, the use of the additional additive has reduced the rate of water uptake and thickness swelling compared to the control sample. The highest improvement value for the 24 hour WA compared to the control sample was calculated as 55% with the use of 3.5% paraffin. IB, MOE and they were found as BS have also increased with the use of additional additives. This increase was not linear and 44%, 16.2% and 38.7% for IB, MOE and BS respectively, compared to the control sample. The use of 3-aminopropyltriethoxysilane was found to give the best results in terms of physical and mechanical properties.

Keywords: Fiber board; paraffin; physical and mechanical properties; [3-(2-Aminoethylamino) propyl] trimethoxysilane; 3-aminopropyltriethoxysilane.

Science Code: 502.06.01



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY	2
BEYANNAME.....	3
ÖNSÖZ.....	4
ÖZET	5
ABSTRACT	7
İÇİNDEKİLER.....	9
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	11
TABLolar DİZİNİ.....	12
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	13
 BÖLÜM 1 GİRİŞ	 15
1.1 Çalışmanın Amacı.....	17
1.2 Literatür Özeti.....	17
1.2.1 Silan	20
1.2.2 Parafin	22
1.3 Lif Levha.....	23
1.3.1 Lif Levhaların Sınıflandırılması.....	24
1.3.2 Lif Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler	25
1.3.3 Lif Levhanın Tarihçesi.....	27
1.3.4 Dünyada ve Türkiye’de Ahşap Esaslı Levha Üretim Durumu ve Ticareti	27
 BÖLÜM 2 MATERYAL VE YÖNTEM	 33
2.1. Materyal	33
2.1.1. Odun Hammaddesi.....	33
2.1.2 Yapıştırıcı Madde.....	33
2.1.3 Sertleştirici Madde	33
2.1.4 3-aminopropyltriethoxysilane	34
2.1.5 [3-(2-Aminoethylamino) propyl] trimethoxysilane	34
2.1.6 Sıvı Parafin	34
2.2 Yöntem.....	34

2.2.1 Liflerin Elde Edilmesi	35
2.2.2 Katkı Maddelerinin İlavesi.....	35
2.2.3 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme	36
2.2.4 Sıcak Pres	37
2.2.5 Presleme Sonrası İşlemler	38
2.2.6 Numaralandırma ve Boyutlandırma	39
2.2.7 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini	40
2.2.8 Verilerin İstatistiksel Analizi	40
 BÖLÜM 3 BULGULAR VE TARTIŞMA	41
 3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular	41
3.1.1 Özgül Ağırlık	41
3.1.2 Rutubet	42
3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı	43
3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular.....	48
3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci	48
3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci	50
 BÖLÜM 4 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	54
 4.1 Sonuçlar	54
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ.....	63

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
1.1: Türkiye ve Dünya'daki lif levha (MDF-HDF) üretim miktarları	29
2.1: Liflere katkı maddelerinin ilavesi	36
2.2: Levha taslağının oluşturulması	37
2.3: Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi ve preslenmesi.	37
2.4: Üretilmiş deney levhaları.	38
2.5: Deney levhalarının numalandırma ve yan alma işlemi.	39
2.6: Fiziksel ve mekanik testler için hazırlanan numuneler	39
3.1: Levha gruplarının 2 ve 24 saat kalınlığına şişme değerleri.....	45
3.2: Levha gruplarının 2 ve 24 saatlik su alma değerleri.	46
3.3: Levha gruplarının yüzeye dik çekme direnci değerleri.....	49
3.4: Levha gruplarının eğilme direnci değerleri.....	51
3.5: Levha gruplarının eğilmede elastikiye modülü direnci değerleri.....	52

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo	Sayfa
No	No
1.1: Levha sektörü 2017 yılı kurulu kapasiteleri.....	28
1.2: Ülkemizde faaliyet gösteren MDF üreticileri ve üretim kapasiteleri.....	29
1.3: Türkiye ahşap esaslı levha üretim miktarları	30
1.4: Türkiye ahşap esaslı levha ithalat verileri	30
1.5: Türkiye ahşap esaslı levha ihracat verileri	31
2.1: Deney levhalarının üretim parametreleri.....	35
2.2: Deney varyasyonları.....	38
2.3: Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standartlar.	40
3.1: Deney levhalarının ortalama özgül ağırlığına ait bulgular.....	41
3.2: Deney levhalarının ortalama rutubet değerleri.....	42
3.3: Deney levhalarının ortalama su alma ve kalınlığına şişme değerleri.....	43
3.4: Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.	48
3.5: Levha gruplarının ortalama eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri.....	50
4.1: Levha gruplarının fiziksel ve mekanik özellikleri.....	50

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}$	:	Derece
$^{\circ}\text{C}$	:	Santigrat derece
pH	:	Asitlik bazlık derecesi
NH_4Cl	:	Amonyum klorür
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	:	Amonyum sülfat
HCl	:	Hidroklorik asit
H_2SO_4	:	Sülfürik asit
NaOH	:	Soyum hidroksit
SiO_2	:	Silisyum dioksit
β	:	Beta
α	:	Alfa
m^2	:	Metrekare
gr/cm^3	:	Gram/santimetreküp
kg/cm^2	:	Kilogram/santimetrekare
N/mm^2	:	Newton/milimetrekare
kp/cm^2	:	Kilopaskal/santimetrekare

KISALTMALAR

PB	:	Yonga levha
MDF	:	Orta yoğunluklu lif levha
HDF	:	Yüksek yoğunluklu lif levha
OSB	:	Yönlendirilmiş yonga levha
MOE	:	Eğilmede elastikiyet modülü direnci
MOR	:	Eğilme direnci
IB	:	İç yapışma direnci
TS	:	Kalınlığına şişme
WA	:	Su alma
TSE	:	Türk standartları enstitüsü
DIN	:	Alman standartları enstitüsü

EN	:	Avrupa standardı
UF	:	Üre formaldehit
ORMA	:	Orman mahsulleri entegre sanayi anonim şirketi
İYA	:	İğne yapraklı ağaç
YA	:	Yapraklı ağaç
cps	:	Centipoise
kg	:	Kilogram
lt	:	Litre
dk	:	Dakika
m	:	Metre
cm	:	Santimetre
RH	:	Bağıl nem
Entg.	:	Entegre

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde birçok alanda kullanımı olan odun esaslı kompozit levha ürünleri; odun veya farklı lignoselülozik hammaddelerin yongalama, liflendirme gibi çeşitli işlemlerden geçirilerek üretime uygun hale getirilmesi ve bağlayıcı ilavesiyle istenilen şekilde kalıplanıp preslenmesiyle elde edilmektedir. Odun esaslı kompozit malzemelerin birçok farklı çeşidi büyük miktarlarda üretilmekte ve değişik alanlarda kullanılmaktadır. Bu alanların başında iç ortamlarda mobilya ve dekorasyon uygulamaları ile yapısal amaçlı kullanımlar gelmektedir. Ülkemizde ve dünyada yaygın olarak üretilen odun esaslı kompozitlerin başında orta yoğunluklu lif levha (MDF), yonga levha (PB) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) gibi ürünler gelmektedir.

Lif levha odun ve diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin doğal yapışma özelliklerinden yararlanarak veya ilave bir yapıştırıcı madde kullanılarak meydana getirilen levha taslağının kurutulup preslenmesiyle elde edilen malzemedir (Eroğlu ve Usta, 2000). Orta yoğunluklu lif levha (MDF) ise yapısal amaçların dışında özellikle mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan lif levha türüdür. Ülkemizde faaliyet gösteren ahşap esaslı levha işletmelerinin büyük bir kısmı üretilen miktar ve ürün kalitesi olarak dünyada ve Avrupa'da önemli tesisler arasındadır. Türkiye'nin, MDF/HDF üretiminde Avrupa'da ilk dünyada ikinci sırada, laminat parke üretiminde Avrupa'da ikinci, dünyada üçüncü, yonga levha üretiminde ise Avrupa'da üç, dünyada beşinci sırada yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca ahşap bazlı levha üretim sektöründe ise dünyada beşinci Avrupa'da ise ikinci sırada yer almaktadır (OAİB, 2015; İstek vd., 2017).

Özellikle abiyotik ve biyotik faktörlerin etkili olduğu kullanım yerlerinde levha ürünleri herhangi bir ilave katkı maddesi olmaksızın ya da bir koruma işlemine tabi tutulmadan kullanılmaları durumunda yapısal bozulmalar, çürüme ve bünyesine su alarak boyut değiştirme gibi bazı sorunlarla karşılaşmaktadır (Var, 2000). Ahşap esaslı levhaların kullanım yerlerine bağlı olarak gösterecekleri performans üzerinde farklı faktörlerin etkisi olmakla birlikte bunlardan en önemlisi bağlayıcı türü ve miktarıdır. Artan tutkal kullanım miktarı ile levhaların direnç özellikleri artmakta ve boyutsal kararlılığı iyileşmektedir.

Levha ürünlerinin sahip oldukları fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirmek üzere yapılan araştırmalar ağırlıklı olarak levha üretiminde kullanılan bağlayıcı maddelerin modifikasyonu ya da farklı kimyasal ajanların ilavesi üzerine yoğunlaşmıştır (Göker ve Akbulut, 1992).

Silan silikon bazlı bir organik bileşiktir. Karbon katalizörlüğünde elektro termik reaksiyon sonucunda silikat tuzunun (SiO_2) saf Si haline dönüştürülmesi ile elde edilir. Kendine özgü bazı özellikleri ile sentetik tutkalların yapışma özelliklerini artırmakta ve kullanıldıkları ürünlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yanında su itici özellikte olmasından dolayı fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir (EP, 2012). Silan genel uygulama alanları tekstil sektörü, plastik sektörü, cam sektörü, conta üretim sektörü, sentetik reçine üretimi, boya sektörü vb. birçok sektörde kullanılmaktadır. Özellikle sentetik tutkallarda tutkalın yapışma özelliğini artırarak mekanik özelliklerin iyileştirilmesini ve bu sayede de su iticilik özelliklerinin de artmasını sağlamaktadır. Organofonksiyonel silan, merkez silikon atomuna bağlı hem organofonksiyonel grubu hem silikon fonksiyonel grubu içeren çift fonksiyonlu bir bileşiktir. Bu özelliğinden dolayı da ahşap sektörünün yanı sıra pek çok diğer sektörde de kullanılmaktadır (Kloeser, 2010).

Hidrofobik maddeler, yonga ve lif levhanın boyutsal kararlılığını sağlamak, rutubetli bir ortamda veya su ile temas etmesi halinde levhanın çalışmasını azaltmak amacıyla kullanılır. Hidrofobik maddeler 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). Levha üretiminde su itici hidrofobik madde olarak çeşitli mumlar ve parafin kullanılmaktadır. Mumlar, nispeten düşük molekül ağırlığında, basit yapıda, kristalleri iğne şeklinde ve yassı olan maddelerdir. Hidrofobik etkileri, liflerin kılcal boşluklarına girerek su moleküllerinin bu boşluklara girmelerini engelleme şeklindedir (Eroğlu ve Usta, 2000). Parafin, yüksek derecede su itici etkiye sahip olması, ergime noktasının uygun bulunması, diğer hidrofobik maddelerle karşılaştırıldığında ekonomik olması ve levha yüzeyinin parlak görünmesini sağlaması gibi özelliklerinden dolayı yaygın olarak kullanılmaktadır (Gözealan, 2016; Bozkurt ve Göker, 1990).

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmada lif levha üretiminde silan ve parafin kullanımının lif levha özellikleri üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla iki farklı silan türü ve sıvı parafin ilavesi ile levha üretimi gerçekleştirilmiş ve ilave edilen katkı maddelerinin levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir. Bu amaçlara ilaveten levha üretiminde su itici etkinlik sağlamak amacıyla kullanılan parafin yerine aynı oranlarda silan kullanılması ile ne düzeyde bir su itici etkinlik sağlanacağı ve bu sonuçların parafin kullanımı ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak en uygun su itici madde ve kullanım oranının belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca silan kullanımı ile mekanik özelliklerde de iyileşme beklenen bir sonuç olduğundan, farklı türdeki ve farklı oranlarda kullanılan silanların mekanik özellikler üzerindeki etkisinin de ayrıca irdelenmesi hedeflenmiştir. Böylece silan kullanımı ile hem su itici etkinlik hem de mekanik özelliklerde iyileşmenin ne düzeyde gerçekleşebildiği ortaya konmaya çalışılacaktır.

1.2 Literatür Özeti

Literatür incelendiğinde levha ürünlerinin boyutsal kararlılığını arttırmak, fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmek amacıyla farklı silan türleri ile çeşitli araştırmalar yapıldığı görülmektedir.

Rozman ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada lifler silanla modifiye edilmiş ve elde edilen levhaların mekanik dirençleri ve boyutsal kararlılığı araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlarda silanla muamele edilen liflerin bağlama kabiliyetinin arttığı görülmüştür. Bu iyileşmeyi liflerin vinilmonomerleriyle kopolimerizasyonu takip etmiştir. Bu şekilde odun ya da liflerin kimyasal modifikasyonu, hem mekanik özellikleri hem de boyutsal kararlılığını iyileştirmektedir (Rozman vd., 1994). Rozman vd. (1997) yaptığı diğer bir çalışmada masif odunun silanla muamelesi sonucunda odun bileşenleri ile polimerik bağlayıcılar arasında silan köprüsü oluştuğunu bunun sonucunda da mekanik özelliklerin arttığını ve boyutsal kararlılığın iyileştiğini belirtmişlerdir.

Han ve arkadaşlarının silan kullanılarak ürettikleri yonga levhalarda silan ilavesi levhaların eğilme direncinde önemli bir artış meydana getirmezken, iç bağlanma direncinde önemli bir şekilde iyileşmeye sebep olmuştur. Özellikle silan ilavesi ile iç yapışma değerleri, kontrol örneği ile karşılaştırıldığında iki kat daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca yapılan şişme analizleri sonuçları kontrole göre % 5 daha az bulunmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada mekanik ve fiziksel özelliklere göre iç yapışma direnci üzerinde daha fazla etkili olduğu belirlenmiştir (Han vd., 1998).

Wu vd. (2000) Odun lifi/ polypropilen (WF/PP) karışımının ön muameleli üretilen levhaların yüzey ve mekanik özelliklere etkilerini araştırmışlar, asit-silan çözeltisinin odun lifleri ile ön muamelesinde yüksek yapışma direnci ve kompozit levhanın mekanik özelliklerinin iyileştiğini gözlemlemişlerdir.

Han ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışmada kamış ve buğday saplarının ıslanabilirlikleri üzerinde silan birleştirme kimyasallarının etkileri araştırılmıştır. Doğası gereği ıslanabilirlikleri çok düşük olan bu malzemelerin silan muamelesiyle bu özelliklerinin önemli ölçüde iyileştirilebileceği belirtilmiş, kamış sapında epoksisilan ve buğday sapında amino silanın iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir (Han vd., 2001).

Mai ve Militz (2004) çalışmalarında silan ile emprenye edilmiş odunda boyutsal kararlılığı, dayanıklılığı ve ateşe karşı direncinin arttığını ve özellikle silanın yüksek su itici kabiliyetinin öne çıktığını belirtmiştir.

Farklı bir çalışmada silan ile muamele edilmiş selüloz lifleri ile doldurulmuş doymamış polyester ve epoksi reçine matrislerinin mekanik özellikleri hızlandırılmış yaşlandırma testi ile beraber belirlenmiştir. Uyumlaştırıcı-bağdaştırıcı (cupling agent) olarak kullanılan silanlar gama-amino propiltrimetoksisilan (APS), gama metakrilopropiltrimetoksisilan (MPS), hegzadesitrimetoksisilan ve gama merkaptopropiltrimetoksisilan (MRPS) kompozit levhaların mekanik özelliklerini daha etkili iyileştirdiğini gözlemlemişlerdir (Abdelmoule vd., 2005).

Donath vd. (2004) farklı etoksi silanları kullandığı çalışmasında monomerik silanların oligomerik silanlara göre tutunma ve su alma açısından daha üstün özellikler gösterdiğini,

bu durumda boyutsal kararlılık ve dayanımı önemli oranda iyileştirdiğini belirtmektedir. Diğer bir çalışmada odun liflerinin silanla aktive edilerek üretilen lif levhaların özellikleri araştırılmıştır. Eğilme direncine bakıldığında silanlı örneklerdeki değerler silansız örneklerdeki değerlere göre çok daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca aynı durum elastikiyet modülü için de tespit edilmiştir. Modifikasyon derecesinin artmasıyla levhalardaki mekanik özelliklerdeki iyileşme daha da artmıştır. Silanla elde edilen levhalarda da daha yüksek lif plastikleşmesi oluşabilmekte ve bu nedenle modifikasyon seviyesi artış gösterip, plastikleşme ve yoğunlaşma daha fazla olmaktadır. Bu durumda levhaların yoğunluğu artmakta ve yüzeyler arası etkileşimler yükseldiği için mekanik özelliklerin ve boyutsal kararlılığının iyileştiği belirtilmiştir (Rozman vd., 1996).

Donath ve arkadaşları odunu silanla muamele ettikten sonra dış ortamda ve yapay olarak yıkanma özelliklerini araştırmıştır. Silan, yıkama muamelesi süresince su almada azalmaya sebep olmuş, buna karşın açık havada nem alımı değişmemiştir. Genel olarak yapılan silan muamelelerinde odunun su itme özelliğinin yükseldiği belirlenmiştir (Donath vd., 2007).

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

Onat ve ark (2014), yonga levha üretiminde amino alkil siloksan oligomerlerini su alımı ve dış ortam koşullarına karşı dayanıklılığı arttırmak amacıyla su itici olarak kullanmış ve bu kimyasalın performansını geleneksel parafin mumları ile karşılaştırmıştır. Çalışma sonucunda siloksan oligomerinin levhaların su alma ve şişme gibi özelliklerinde iyileşme sağladığı sonucuna varmışlardır. Diğer bir çalışmada fenol formaldehit (FF) tutkalı ile üretilen OSB levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine silan modifikasyonun etkisi incelenmiştir. Silan ile modifiye edilmiş FF tutkalının, modifiyesiz FF tutkalına oranla OSB'lerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerinde iyileşme sağladığı belirtilmiştir (İstek ve Tunç, 2014).

Silan aşıllı bazı polimerlerin viskozite ve yapışma özellikleri araştırılmış ve silanla muamele edilmiş yüksek sıcaklıkta sertleşen sentetik yapıştırıcıların yapışma özelliklerinin

iyileştiği tespit edilmiştir. Silan ayrıca solvent kullanılan sanayi ürünlerinde düşük maliyet ve çevreye karşı daha olumlu etkilerinden ve kullanıldığı ürünlerin fiziksel ve mekanik özelliklerini iyileştirmesinden dolayı solvante karşı alternatif ürün olmuştur Silan ile muamele edilmiş ürünlerin korozyon özelliklerinde de iyileşme görölmektedir (EP, 2012).

Yapılan bir çalışmada, propiyonik anhidrit kullanımı yonga levhanın kalınlığına şişme değerlerini azaltmıştır (Papadopoulos vd., 2003). Hundhauzen ve arkadaşları tarafından yapılan bir araştırmada ise, yonga levha üretiminde alkil keten dimer su itici madde olarak kullanılmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Fakat alkil keten dimerin, parafin kadar su itici özellik göstermediği tespit edilmiştir (Hundhauzen vd., 2009). Diğer bir çalışmada % 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). Farklı bir çalışmada ise yonga levha üretiminde parafininin su alma ve şişme özelliklerini istenilen seviyeye getirmenin yanında;

- Üst tabaka yongasına verilen parafin levhanın parlak ve kaygan görünüme sahip olmasını sağlayarak albenisini artırması,
- Tutkallı yonga/talaşın makinalara yapışmasını engelleyerek kirlilik oluşumu azaltması,
- Tutkallama makinalarında tutkal çözeltisinden önce verilerek tutkal tüketimini azaltması gibi katkılarından dolayı da tercih edilebildiği belirtilmiştir (Göزالan, 2016).

1.2.1. Silan

Silan silikon bazlı bir organik bileşiktir. Kendine özgü bazı özellikleri ile sentetik tutkalların yapışma özelliklerini artırmakta ve kullanıldıkları ürünlerin mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi yanında su itici özellikte olmasından dolayı fiziksel özelliklerini de iyileştirmektedir (EP, 2012). Silan tekstil, plastik, cam, conta üretimi, sentetik reçine üretimi, boya üretimi gibi birçok üretim alanında kullanılmaktadır. Kumaşlarda pürüzsüz ve parlak yüzey elde edilmesinde silandan faydalanılmaktadır. Cam sektöründe ve diğer sektörlerde yüksek polimerizasyon özelliğinden dolayı dolgu maddesi olarak ve su itici özelliğinden faydalanılmaktadır. Özellikle sentetik tutkallarda tutkalın

yapışma özelliğini artırarak mekanik özelliklerin iyileştirilmesini ve bu sayede de su iticilik özelliklerinin de artmasını sağlamaktadır. Organofonksiyonel silan, merkez silikon atomuna bağlı hem organo fonksiyonel grubu hem silikon fonksiyonel grubu içeren çift fonksiyonlu bir bileşiktir. Bu özelliğinden dolayı da ahşap sektörünün yanı sıra pek çok diğer sektörde de kullanılmaktadır. Karbon katalizörlüğünde elektro termik reaksiyon sonucunda silikat tuzunun (SiO_2) saf Si haline dönüştürülmesi ile elde edilir. Bu işlemde oksijen atomu yüksek sıcaklık altında karbon atomundan ayrılır. Organo–fonksiyonel silanın ham maddesi saf silisyumun saf hidrojen kloritle reaksiyonuyla oluşan tri–klorosilan’dır (HSiCl_3). Tri–klorosilan organo–fonksiyonel gruba hidrolizasyon, esterifikasyon veya substitasyon ile dönüştürülebilir. Basit formülü $\text{Y}-(\text{CH}_2)_n-\text{SiX}_3$ burada $n=0-3$ ile gösterilir. Merkez silikon iki farklı fonksiyonel gruba ayrılmıştır. Organo–fonksiyonel grup olan Y kuvvetli bir bağ oluşturur. Polimerlerin kuvvetli adezyon bağları bu şekilde oluşur. Bu grupları amino, epoksi, vinil, medakrilik ve mercapto gurupları oluşturabilir. X fonksiyonel grubu inorganik bileşiklerle veya diğer silikofonksiyonel gruplarla kuvvetli bağlanarak polisiloksan bağ yapıları oluşturabilir (Kloeser, 2010).

Silanlar bağlayıcı ajan, yapışma kuvvetlendirici, su itici ve dağıtıcı ajan gibi farklı özelliklere yönelik kullanılabilir. Bu farklı amaçlara yönelik amino silan, epoksi silan, vinil silan ve merkapto silan gibi farklı silan türleri mevcuttur. Odun ve odun esaslı malzemelerle yapılan çalışmalarda silanın özellikle bağlayıcı ajan özelliğinden faydalanma amacı üzerinde durulmakta ve amino silan türleri bunların içinde de 3-aminopropiltrioksasilan ve 2-amino etil-3aminopropil trimetoksi silanın sahip oldukları birden fazla özellik ile daha fazla tercih edilmektedir.

3-aminopropiltrioksasilan ($\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$) iki farklı grup içermekte olup, bunlardan biri reaktif primer amino grubu, diğer ise hidrolize edilebilir etoksil grubudur 3-aminopropiltrioksasilan kullanılması ürünlerde beklenen iyileşme özellikleri;

- Mekanik özelliklerinden eğilme, çekme, şok ve elastikiyet modülünde iyileştirme,
- Rutubete ve korozyona karşı dayanıklılıkta artma,
- Dielektrik sabitesi, boyutsal kararlılık gibi özelliklerde iyileşme,

- Yapışma direncinde iyileştirme,
- Katkı maddelerinin kolay dağılımı ve daha fazla ilave edilebilme yeteneği kazandırma,
- Uzun zamanlı yorulma ve sünme gibi özelliklerde iyileşmeler olarak sıralanabilir (Tunç, 2012).

Silan (2-amino etil-3aminopropil trimetoksi silan) doğal amino asit yapısı itibari ile organik ve inorganik moleküllerle bağ yapabilme gücü yüksek bir kimyasal maddedir. Silan, kendiliğinden metanol salınımı yapabilme özelliğine sahiptir. Silan molekülleri siloksanları oluştururlar veya inorganik moleküllere bağlanarak farklı moleküller meydana getirirler. Birçok organik polimerle de bağ yapabilme özelliğine sahip olup, organik bileşikler ile inorganik bileşikler arasında köprü görevini üstlenmişlerdir (Kelleci, 2013).

1.2.2. Parafin

Renksiz, kokusuz bir mum çeşidi olan parafin mumu, petrolden elde edilir. Parafin mumu ilk olarak 1829 yılında Carl Reichenbach tarafından odun katranından; daha sonra bitümlü tabakalardan; 1867'den sonra da petrolden elde edildi. 1947'de de sentetik parafin mumu yapıldı (TOBB, 2011; Gözalan, 2016).

Ticari parafin mumları C_nH_{2n+2} formülünde düz zincirli hidrokarbonlar olup, erime dereceleri 50–100°C arasında değişmektedir. Parafin ve mumlar polar olmadıklarından kimyasal yönden aktif değildir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Sentetik parafin mumu, çok beyaz olup, petrolden yapılan parafin mumlarından daha serttir. 50-55 karbon bulunduran sentetik parafinlerin molekül ağırlığı ortalama 750 civarındadır. Bazı özelliklerden dolayı petrolden yapılan mumların yerine kullanılır. Parafin Latince "Parum afinis" reaksiyonlara az yatkın tabirinden adını almış olup, C_nH_{2n+2} genel formülünde petrolerin asil bir birleşimidir. Ham petrolerin parafin miktarı kaynağına göre geniş sınırlar içinde değişkenlik gösterebilir. Teknikte parafin petrolden ve esmer kömür katranından elde edilebilen, ortalama 15°C'lik oda sıcaklığında katı olan, düz zincirli doygun hidrokarbonların $C_{23}H_{48}$ ile $C_{35}H_{72}$ arası karışımlarından ibarettir. Genellikle %97'den daha çok hidrokarbon ihtiva eder. Karbon muhteviyatı %83-87,

hidrojen ise %11-14'tur. Kalan elementler ise O, N ve S'dir (Akkayan ve Özden, 1988). Bunlarla birlikte parafin mumlar aşağıda belirtilen genel özellikleri taşırlar;

- Tepkime vermez.
- Toksik etki taşımaz.
- Su geçirgenliği yoktur.
- Renksizdir.
- Yakıt olarak kullanılabilir (URL-1, 2018).

Parafin mumu hammadde olarak parafin temelli yağlardan elde edilir. Ancak parafin kendisini taşıyan yağla aynı sıcaklıkta kaynadığı için damıtma ile elde edilememektedir. Bu nedenle özel metotlar geliştirilmiştir. Petrol sanayiinde ince ve orta kıvamdaki yağlama yağlarından parafin çamuru ve katı normal parafin karışımlarından ibaret bir kütle elde edilir. Bu da rafine parafin çeşitlerinin istihsalı için çıkış maddesi olarak kullanılır (Akkayan ve Özden, 1988). Likit parafin ilaç, kozmetik, merhem, bebe yağı, losyonlar, gıda makinelerinde yağlama, tekstil, kâğıt sanayii, cila, mürekkep ve boya imali gibi birçok alanda kullanılır (Gözalan, 2016).

1.3 Lif Levha

Lif levha odun ve odunlaşmış selülozik hammaddelerden elde edilen lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanarak veya ilave yapıştırıcı madde kullanılarak oluşturulan levha taslağının yüksek sıcaklıklarda kurutulması veya preslenmesi sonucu elde edilen geniş yüzeyli bir levhadır. Diğer bir tanımla, ligno-selülozik hammaddelerin liflendirilmesiyle elde edilen lif ve lif demetlerinin yeniden şekillendirilmesi ile elde edilen geniş yüzeyli bir levhadır. Lif levhalar, en az %80 oranında bitkisel lif içerdiklerinden ağaç malzemede olduğu gibi yüksek değerinde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptir. Bununla birlikte ağaç malzemede bulunmayan bazı özelliklere de sahiptir (Eroğlu ve Usta, 2000). Lif levhalar iki farklı metotla üretilmektedir. Bunlardan ilki yaş metot olup, üretimde ilave bir bağlayıcı madde kullanılmaksızın özellikle lignin gibi odun bileşenlerinin yüksek sıcaklık ve basınç altında plastikleşme özelliklerinden yararlanılarak levha oluşumu sağlanır. Bu metot özellikle düşük yoğunluklu izolasyon levhası üretiminde tercih edilir. İkinci metot olan kuru

yöntemde ise levha oluşumu ilave bir yapıştırıcı ile sağlanmakta olup, günümüzde mobilya ve diğer yapısal amaçlarla kullanılan levhaların üretiminde bu metotla yapılmaktadır.

1.3.1 Lif Levhaların Sınıflandırılması

Lif levhalar farklı kriterlere göre sınıflandırılmakla birlikte en önemli sınıflandırma yoğunluklarına göre yapılan sınıflandırma çeşididir. Çünkü yoğunluk masif malzemede de olduğu gibi levha ürünleri içinde kullanım yerindeki performansı belirleyen önemli bir özelliktir. Lif levhaların sınıflandırılmasında kullanılan farklı sınıflandırma şekilleri aşağıda belirtilmiştir (Eroğlu ve Usta, 2000).

- Kullanılan hammaddeye (yıllık bitki sapları, iğne yapraklı ağaç (İYA) odunları veya yapraklı ağaç odunları (YA) ve lif üretim yöntemine göre (defibratör, rafinör veya masonit yöntemleri gibi)
- Lif keçesi oluşturma yöntemine göre (yuvarlak elek, sonsuz elek gibi),
- Yoğunluklarına göre (düşük, orta ve yüksek)
- Kullanım yerlerine göre (izolasyon liflevhalar, iç veya dış ortamlarda kullanılan levhalar vb.)

Yaş yöntemle üretilen lif levhalar yoğunluklarına göre şu şekilde sınıflandırılır (TS-EN 316).

- Yumuşak levhalar (Yoğunluğu $\geq 230 \text{ kg/m}^3$ ile $< 400 \text{ kg/m}^3$ arasında): Bu levhalar ısı ve ses yalıtımının temel niteliklerine sahip olup, bu levhalara yangına karşı dayanıklılık gibi ilave nitelikler kazandırılabilir. Levhaların arttırılmış rutubet direnci ve aynı zamanda güçlendirilmiş mukavemet özellikleri, genellikle bir petrokimyasal maddenin (örneğin bitüm) ilavesiyle gerçekleştirilir.
- Orta sert levhalar (Yoğunluğu $\geq 400 \text{ kg/m}^3$ ile $< 900 \text{ kg/m}^3$ arasında): Bu levhalara da yangına ve rutubete karşı dayanıklılık gibi ilave nitelikler kazandırılabilir. Orta sert levhalar, yoğunluklarına göre iki alt gruba ayrılır:
 - Düşük yoğunluklu orta sert levhalar (Yoğunluğu 400 kg/m^3 ile $< 560 \text{ kg/m}^3$ arasında).

- Yüksek yoğunluklu orta sert levhalar (Yoğunluğu 560 kg/m^3 ile $< 900 \text{ kg/m}^3$ arasında).
- Sert levhalar (Yoğunluğu $\geq 900 \text{ kg/m}^3$): Bu levhalara; belirli işlemler uygulamak suretiyle (örneğin “ısıtma işlemi”, “yağda menevişleme”) veya sentetik yapıştırıcı yada diğer katkı maddeleri eklemek suretiyle, yangına dayanıklılık, rutubete dayanıklılık, biyolojik zararlılara karşı dayanıklılık, işlenebilirlik gibi ilave nitelikler kazandırılabilir.

Kuru metotla üretilen levhalara da sentetik yapıştırıcı terkininin değıştirilmesi veya başka katkılar ilave edilmesi yoluyla yangına, rutubete ve biyolojik zararlılara karşı dayanıklılık gibi ilave nitelikler kazandırılabilir. Piyasada “Kuru işlemlerli levhalar” sınıfında yer alan birkaç levha tipi olup, EN 622-5’te, bu tür levhalar teknik olarak sınıflanmış ve levhalar ayrıca bir dizi performans özellikleri yoluyla tarif edilmiştir. Bu sınıflandırma şu şekildedir (TS-EN-622-5).

- Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar (Mobilya ve iç kullanımlar da dahil)
- Rutubetli Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar
- Kuru Şartlarda Kullanılan Taşıyıcı Levhalar
- Rutubetli Şartlarda Kullanılan Taşıyıcı Levhalar

1.3.2 Lif Levha Üretiminde Kullanılan Hammaddeler

Ahşap esaslı levhaların yapısında bulunan hammadde boyutları küçüldükçe, kullanılabilecek hammadde çeşitliliği artmaktadır, dolayısıyla lif levha endüstrisi geniş hammadde kaynağına sahip olup her türlü lifsel hammadde kullanılabilmektedir. Kullanılacak hammaddenin ekonomik ve teknik yönden uygun olması en önemli kriterdir. Ekonomik yönden uygunlukta; hammadde kaynağının sürekli olması, kalite ve miktarının yeterli olması, devamlı elde edilebilmesi, yetişmesi, toplanması ve taşınması kolay olması, yerine ikame hammadde kullanılabilmesi ve işletme masraflarının düşük olması istenmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Hammaddenin teknik bakımdan uygunluk ise; lif levha endüstrisinde kullanılacak hammaddenin, kimyasal bileşenleri, liflerin morfolojik özellikleri, bu liflerden elde edilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin standartlarda belirtilen sınırlarda bulunmasıdır. Lif levha sanayinin en önemli hammaddesi yuvarlak İYA ve YA odunlarıdır. Bununla beraber özellikle kereste fabrikası atıkları, çeşitli ağaç sanayi atıkları, ormandan aralama ve bakım kesimlerinden elde edilen küçük çaplı yuvarlak odunlar kullanılmaktadır.

Ayrıca yıllık bitkilerden şeker kamışı, keten sapsarı, tahıl, pamuk, mısır, ayçiçeği, tütün ve haşhaş sapsarı, bambu, papirüs, palmiye yaprak lifleri gibi birçok ligno-selülozik hammaddeler ile atık kâğıtların kullanılabilmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000). Lif levha üretiminde ligno-selülozik hammaddeler dışında, farklı özellikteki bağlayıcı maddeler ve levha ürünlerine istenilen özellikleri kazandırmak amacıyla kullanılan kimyasal katkı maddeleri de kullanılır. Lif levha üretiminde kullanılan hammaddeler aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Lignoselülozik maddeler

- Odun
- Yapacak maksatlarda kullanılmayan odun
- Lif ve yonga odunu
- Kereste fabrikası atıkları
- Kaplama levha üretim artıkları
- Planyadan elde edilen atıklar
- Orman bakım artıkları
- Diğer lignoselülozik maddeler (Kendir, kenevir, tahıllar, şeker kamışı, bambu, saz, pamuk, ayçiçeği ve tütün sapsarı vb. lignoselülozik hammaddeler)

2. Kimyasal maddeler

- Sentetik reçineler (üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit)
- Doğal yapıştırıcılar
- Sülfite atık suyu

- Katkı maddeleri (hidrofobik maddeler, sertleştirici maddeler, koruyucu maddeler, yanmayı önleyici maddeler)

1.3.3 Lif Levhanın Tarihçesi

Lif levha kullanımının kökeni M.Ö. 6. yüzyıla kadar gitmekte olup Japonyada evlerin duvarlarında kullanılan ağır kağıtların bir çeşit lif levha olduğu belirtilmektedir. Avrupa’da ise 1772 yılında İngiliz Clay tarafından patenti alınan ve “papier mache” adı verilen levhaların duvar, kapı, mobilya ve arabalarda kullanılması tavsiye edilmiştir. 1898 yılında İngiltere’de dört silindirli karton makinesi kullanılarak yarı sert lif levha üretilmiştir. 1926 yılında Amerikalı William, H. Mason çok büyük miktarlarda olan kereste fabrikası atıklarının nasıl değerlendirilebileceğinden yola çıkarak yapmış olduğu birçok çalışma sonucunda yaş yöntemle sert lif levha üretimini geliştirmiştir. İlk sert lif levha fabrikası aynı yıl (1926) yılında Amerika Birleşik Devletleri Laurel’de “The Mason Fiber Company” tarafından kurulmuştur (Suchsland ve Woodson, 1986).

Kuru yöntemle MDF üretimi ve etiket yonga levha üretimi Amerika’da geliştirilmiş olup 1970’li yıllardan sonra çok hızlı bir yayılım göstermiştir. İlk kuru yöntemle lif levha 1952’de ve ilk kuru yöntemle MDF ise 1965 yılında Amerika’da üretime başlamıştır (Eroğlu ve Usta, 2000).

Türkiye’de yonga levha ve lif levha endüstrileri 1950’li yıllarda kurulmuştur. Özellikle, II. Dünya Savaşı’ndan sonra şehirlerin yeniden yapılandırılması çalışmalarında geniş boyutlu malzemeye duyulan ihtiyaç nedeniyle yonga levha ve lif levha endüstrileri hızla gelişim göstermiştir (URL-2, 2018).

1.3.4 Dünyada ve Türkiye’de Ahşap Esaslı Levha Üretim Durumu ve Ticareti

Dünyada lif levha üretimi çok hızlı bir gelişim göstermiştir. 1950 yılında dünya lif levha üretimi 2.050.000 m³/yıl, 1960’da 2.250.000 m³/yıl, 1970’de 7.780.000 m³/yıl, 1980’de 14.881.000 m³/yıl olmuştur. 2000 yılında sadece MDF üretimi 36.000.000 m³/yıl olmuştur (Eroğlu ve Usta, 2000). Son yıllarda artışına devam eden lif levha üretiminde ülkemiz

önemli üreticiler arasında yer almakta olup, 2017 yılı verilerine göre ülkemizde MDF/HDF üretimi 4.747.000 m³ olmuştur (FAOSTAT, 2018).

Günümüzde artan nüfus ve ekonomik gelişmelere bağlı olarak nihai kullanıcıların farklı tercih ve talepleri ortaya çıkmış bu durum sonucunda birçok sektörde olduğu gibi levha sektöründe de gelişim ve üretim miktarlarında çok hızlı bir artış olmasına neden olmuştur. Ülkemiz bu süreçte dünyada önemli levha üretici ülkeler arasında yer alarak kendine ilk sıralarda yer bulmuştur (TOBB, 2011; Yıldırım vd., 2016). Özellikle günlük hayatta her alanda yer alan ve üretim artışı gösteren mobilya sektöründe çoğunlukla levha ürünlerinin tercih edilmesi levha sektöründe de ilerleme olmasına katkı sağlamıştır (Serin vd., 2014; Serin ve Şahin, 2016; Şahin ve Serin, 2016).

Ülkemizde faaliyet gösteren ahşap esaslı levha işletmelerinin büyük bir kısmı üretilen miktar ve ürün kalitesi olarak dünyada ve Avrupa’da önemli tesisler arasındadır. Türkiye üretim miktarları açısından MDF/HDF’de Avrupa’da ilk, dünyada ikinci sırada, laminat parkede Avrupa’da ikinci, dünyada üçüncü, yonga levhada ise Avrupa’da üç, dünyada beşinci sırada yer aldığı belirtilmektedir. Ayrıca ahşap bazlı levha üretim sektöründe ise dünyada beşinci, Avrupa’da ise ikinci sırada yer almaktadır (OAİB, 2015; İstek vd. 2017). Ülkemizde levha sektörüne yapılan yatırımlar her geçen yıl artarak devam etmekte olup, 2017 yılı kurulu kapasite bilgileri Tablo 1.1’de görülmektedir (URL-2, 2018).

Tablo 1.1: Levha sektörü 2017 yılı kurulu kapasiteleri.

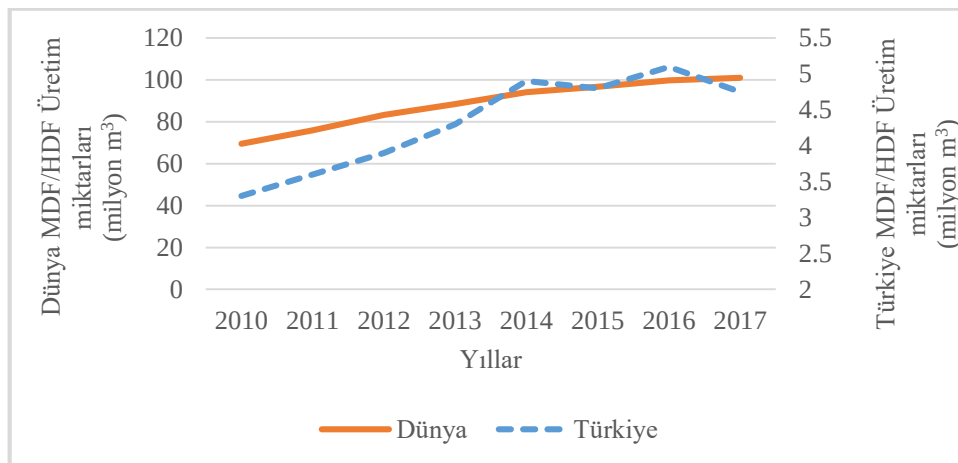
Levha türü	Kurulu kapasite (m ³ /yıl)
Yonga levha	5.113.920
Lif levha (MDF)	6.779.200
OSB	240.000

Türkiye’de yonga ve lif levha sektöründe, son yıllarda artan yatırımlarla dünya standartlarında ileri teknolojiyle üretim yapan ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 gibi kalite belgelerine sahip tesisler kurulmuş ve sektör dünyada söz sahibi bir kapasite ve üretim teknolojisine ulaşmıştır. Ülkemizde faaliyet gösteren MDF üreticileri ve üretim kapasiteleri Tablo 1.2’de görülmektedir (URL-2, 2018).

Tablo 1.2: Ülkemizde faaliyet gösteren MDF üreticileri ve üretim kapasiteleri.

Firma	Kapasite (m ³ /gün)
Yıldız Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	5.100
Kastamonu Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	3.875
Çamsan Entegre (Bodurlar) Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	2.000
Starwood Orman Ürünleri A.Ş.	1.925
Yıldız Sunta MDF A.Ş.	1.800
AGT Ağaç San. ve Tic. A.Ş.	1.325
Teverpan Ağaç San. A.Ş.	1.335
Divapan Entegre Ağaç Panel San. Tic. A.Ş.	1.070
Çamsan Poyraz A.Ş.	820
Vezirağaç Vezirköprü Orman. Ür. Ve Gıda Tic. A.Ş.	600
SFC(Kronospan) Entegre Orman Ürünleri San. ve Tic. A.Ş.	475
Beypan A.Ş.	300
SBS A.Ş.	300
Balkanlar MDF A.Ş.	200
Selolit A.Ş.	60
Toplam	21.185

Şekil 1.1’de Türkiye ve Dünya’daki lif levha (MDF-HDF) üretim miktarlarının yıllara göre değişimi görülmektedir (FAOSTAT, 2018).



Şekil 1.1: Türkiye ve Dünya’daki lif levha (MDF-HDF) üretim miktarları (milyon m³).

Ülkemizde 2010-2017 yıllarını kapsayan dönemdeki ahşap esaslı levha üretim miktarları Tablo 1.3'te görülmektedir (İstek vd., 2017; FAOSTAT, 2018).

Tablo 1.3: Türkiye ahşap esaslı levha üretim miktarları (m³/yıl).

Levha türü	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
(MDF/HDF)	3265000	3570000	3900000	4285000	4885000	4777000	5069000	4747000
Yonga levha	3060000	3580000	3875000	4225000	4425000	4361000	4202000	4286000
Kontrplak	110000	115000	116000	116000	150000	116000	120000	105000
Kaplama levha	96000	88000	85000	84000	85000	87000	270000	74000
OSB	40000	40000	75000	75000	75000	75000	80000	75000
Diğer lif levhalar	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	59000
Toplam Üretim	6796000	7408000	8066000	8800000	9635000	9489000	9405000	9346000

Tablo 1.3'te görüldüğü gibi levha türleri içerisinde en yüksek üretim orta ve yüksek yoğunlukta lif levhalarda (MDF/HDF) olup, ardından yonga levha ve kontrplak üretimi gelmektedir. 2010 yılında ülkemizde 6.796 milyon m³ olan ahşap esaslı levha üretimi, 2017 yılına gelindiğinde %37.52 artışla 9.346 milyon m³ olmuştur. MDF/HDF üretimi 2010 yılında 3.265 milyon m³, 2014 yılında 4.885 milyon m³ olarak gerçekleşmiş, 2017 yılında ise bir miktar düşüş göstererek 4.747 milyon m³ olmuştur. 2010 ile 2014 yılları arasındaki üretim miktarları değerlendirildiğinde %49,62 oranında bir artış olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca yıllık ortalama %20 büyüme ile Türkiye'nin, pazarın en büyük üreticisi Çin'den sonra ikinci büyük üretici haline geldiği belirtilmektedir (İstek vd., 2017). Türkiye'nin ahşap esaslı levha sektöründeki başlıca ürün gruplarındaki 2010-2017 yılları ithalat verileri Tablo 1.4'te görülmektedir (İstek vd., 2017; FAOSTAT, 2018).

Tablo 1.4: Türkiye ahşap esaslı levha ithalat verileri (m³/yıl).

Levha türü	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MDF/HDF	232000	311000	420000	332000	253788	220000	178000	115000
Yonga levha	206000	140000	286000	234000	77100	63000	78000	78000
Kontrplak	190000	244000	268000	293000	293125	279000	288000	244000
Kaplama levha	42900	51000	64000	66500	81629	92000	102000	27000
OSB	161000	192000	192000	193000	187895	160000	182000	186000
Diğer lif levhalar	300	110	20000	300	310	2200	1000	100
Toplam İthalat	832200	938110	1230000	1118800	893847	816200	829000	650100

Ahşap esaslı levha ithalat miktarları incelendiğinde, MDF/HDF levha ile yonga levha üretim miktarları ile karşılaştırıldığında, ithalat miktarlarının oldukça düşük olduğu

anlaşılmaktadır. Ülkemizde son yıllarda inşaat sektöründeki hızlı büyüme sonucu kontrplak ve OSB levhalara olan talep artmıştır. Ekonomik gelişmeler ve nüfus artışına paralel olarak artan taleplerin karşılanmasına yönelik MDF/HDF levha ve yonga levha sektörü yapılan yatırımlarla üretim hacminin arttırırken, OSB, kontrplak ve kaplama üretimine yeterli yatırım yapılmamıştır. Bu durum bahsedilen levha gruplarında yükselen talebi karşılamak amacıyla ithalat yoluna gidilmesine ve bunun sonucunda da ithalat miktarının artmasına neden olmuştur. Türkiye’de 2010-2017 yılları arasında ahşap esaslı levhaların ihracat verileri Tablo 1.5’te görülmektedir (İstek vd., 2017; FAOSTAT, 2018).

Tablo 1.5: Türkiye ahşap esaslı levha ihracat verileri (m³/yıl).

Levha türü	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
MDF/HDF	538000	556000	465000	359622	457640	534000	530000	770000
Yonga levha	260400	314000	315000	303935	478951	407100	554000	737000
Kontrplak	45085	17500	17300	4407	4153	14000	36000	34000
Kaplama levha	21800	20400	21400	16845	17909	19900	20100	4100
OSB	3600	3000	5000	4574	2495	2900	2000	2000
Diğer lif levhalar	15000	15000	31000	20000	22770	19900	20000	102000
Toplam İhracat	663485	651900	614700	480448	580967	640948	1162100	1649100

Ülkemiz için ahşap esaslı levha ihracat ve ithalat miktarları kıyaslanırsa MDF/HDF grubunda yapılan ihracat miktarı ithalat miktarından yüksek olduğu görülmektedir. Ancak benzer durum diğer levha grupları için geçerli olmayıp, ihracat miktarlarının ithalat miktarlarından daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Ayrıca son yıllarda yonga levha ihracat miktarları bazı dönemler MDF/HDF levha ihracatına yaklaşıp da ilgili dönemde MDF/HDF toplam ihracatı, diğer levha gruplarının sahip olduğu toplam ihracatından daha fazladır.

Ülkemizin ahşap esaslı levha sektörü incelendiğinde; 2017 yılında sektörün kurulu kapasitesinin yonga levhada 5 milyon 113 bin 920 m³/yıl, lif levhada (MDF) 6 milyon 779 bin 200 m³/yıl, OSB’de 240 bin m³/yıl durumunda olduğu ve mevcut kapasitelerin önümüzdeki yıllarda da artması beklenmektedir. Bu beklenti doğrultusunda 2018-2019 yıllarında faaliyete geçmek üzere projelendirilmiş 4 yeni üretim hattının çalışmaları ve fizibilitesi devam etmektedir. Levha sektöründe kapasite kullanım oranı yüzde %75-%85 aralığında olup, toplam kurulu kapasitenin 12,1 milyon metreküp, 2016 toplam üretiminin

9,2 milyon metreküp olduğu sektörde üretilen levhanın ancak %10-%15'i ihraç edilebilmektedir. Faaliyete geçmesi beklenen yeni üretim hatlarıyla birlikte 2019 yılı sonunda sektördeki toplam kurulu kapasitenin de %10 artması beklenmektedir (URL-2, 2018).



BÖLÜM 2

MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışmada odun hammaddesi olarak Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Karaçam'dan (*Pinus nigra*) elde edilen lifler kullanılmıştır. Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Kastamonu MDF Fabrikasından temin edilen liflerin hammadde karışım oranı %80 kayın ve %20 karaçam odun lifi şeklindedir. Tutkal olarak %57 katı madde içeriğine sahip üre formaldehit tutkalı, tam kuru lif ağırlığına göre %12 oranında kullanılmıştır. Ticari [3-(2-Aminoethylamino) propyl] trimethoxysilane (silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (silan B) ve sıvı parafin ticari olarak piyasadan temin edilmiştir. Silanlar ve parafin tam kuru tutkalı lif ağırlığına göre %1,5, %2,5 ve % 3,5 oranlarında 3 farklı miktarda kullanılmıştır.

2.1.1. Odun Hammaddesi

Hammadde olarak Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Karaçam (*Pinus nigra*) odunlarından elde edilen lifler kullanılmıştır. Lifler Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Kastamonu MDF Fabrikasından temin edilmiş olup %80 kayın ve %20 karaçam odun lifi karışımlarından oluşmuştur.

2.1.2 Yapıştırıcı Madde

Deney levhaları üretiminde kullanılan üre formaldehit tutkalının (UF) katı madde içeriği %57, Ph'ı 7,6 ve viskozitesi 76-80 cps'dir. UF tutkalı, tam kuru lif ağırlığına oranla %12 oranında kullanılmıştır.

2.1.3 Sertleştirici Madde

Sertleştirici madde olarak %1'lik amonyum klorür (NH_4Cl) çözeltisi ÜF tutkalı içerisine katılarak kullanılmıştır.

2.1.4 3-aminopropyltriethoxysilane

3-aminopropyltriethoxysilane Sigma-Aldrich marka olup piyasadan ticari olarak temin edilmiştir. İki farklı reaktivite özelliğine sahip olması nedeniyle hem inorganik maddelere hem de organik polimerlere kimyasal olarak bağlanabilmektedir. Böylece hem bağlanmayı arttırıcı ve çapraz bağlayıcı özellikte hem de yüzey iyileştirici olarak kullanılabilir. 3-aminopropyltriethoxysilane renksiz veya çok az sarımsı renkte olup düşük viskoziteli sıvı haldedir. Alkollerde, alifatik-aromatik hidrokarbonlarda ve suda çözünmektedir. Kaynama noktası 217 °C olup, yoğunluğu 0.946 g/mL'dir.

2.1.5 [3-(2-Aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane

[3-(2-Aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane güçlü bağ yapma özelliğine sahip olup, organik ve inorganik maddelerle bağ yapma kabiliyetine sahiptir. Berrak açık sarı renkli oda sıcaklığında sıvı haldedir. Farklı organik polimerlerle bağ yapma özelliği sayesinde inorganik ve organik maddeler arasında köprü görevi sağlarlar. [3-(2-Aminoethylamino)propyl]trimethoxysilane Sigma marka olup, yoğunluğu 1.028 g/mL, kaynama noktası 146 °C'dir.

2.1.6 Sıvı Parafin

Genellikle ham petrolün rafinerasyonundan yan ürün olarak çıkan parafin; özel tekniklerle saflaştırılıp yağ oranı, donma noktası, rengi ve kokusu iyileştirildikten sonra kullanıma hazır hale getirilir. Genel olarak 45 °C ile 72 °C donma noktasına ve %1 ile %35 yağ oranı arasında çeşitli özellik ve kristal yapıya sahiptir (URL-3, 2018). Sıvı parafin ticari olarak temin edilmiş olup, Merck markadır.

2.2 Yöntem

Bu çalışmada silan ve parafin ilavesiz kontrol grubu ile 3 değişik oranda (%1,5 %2,5 ve %3,5) iki farklı silan ve parafin kullanılarak toplam 30 adet lif levha üretilmiştir. Üretilen levhalarda hedeflenen yoğunluk 800 kg/m³ olup, levha boyutları 400x400x12 mm olacak şekilde planlanmıştır. Tutkallanmış lifler rutubet kontrolü yapıldıktan sonra döner tamburlu

tutkallama makinası kullanılarak deney planında belirtilen oranlarda silan ve parafin ile karıştırılmıştır. Hazırlanan lifler 400x400x300mm boyutlarındaki ahşap şekillendirme kalıbında el ile serilerek levha taslağı oluşturulmuştur. Oluşturulan levha taslağı 180 bar basınç ve 170⁰C sıcaklık, 5 dk. süre ile sıcak pres (Cemil Usta SSP180, Türkiye) şartlarında 12 mm'lik kalınlık çıtası ile preslenerek deney levhaları üretilmiştir. Deney levhalarının üretim parametreleri Tablo 2.1'de görülmektedir.

Tablo 2.1: Deney levhalarının üretim parametreleri.

Kalınlık (mm)	12
Levha boyutları (mm)	400x400
Pres basıncı (N/mm ²)	170–180
Pres sıcaklığı (°C)	180–190
Pres süresi (dakika)	5
Gruplarda üretilen levha miktarı	3

2.2.1 Liflerin Elde Edilmesi

Üretimde kullanılan lifler tutkallanmış şekilde Kastamonu Entegre Ağaç San. ve Tic. A.Ş. Kastamonu MDF Fabrikasından temin edilmiş olup, plastik poşetlerde ağızları hava almayacak şekilde laboratuvara getirilmiştir. Lifler tutkallı olduğu için vakit kaybetmeden üretime geçilmiş bu amaçla tutkallı lifler farklı oranlarda katkı maddesi ilave etmek amacıyla karıştırıcı içerisine alınmıştır.

2.2.2 Katkı Maddelerinin İlavesi

Deney levhaların üretiminde kullanılan katkı maddelerinin miktarı tam kuru lif ağırlığı üzerinden hesaplanmıştır. Bu amaçla, her bir katkı maddesinden bir levha üretimi için hesaplanan tam kuru lif ağırlığının %1,5, %2,5 ve %3,5 kadar hesaplanarak tutkallı lifler üzerine ilave edilmiştir. Katkı maddelerinin ilave işlemi iki karıştırma koluna sahip beton mikseri içerisinde yapılmıştır. Bu makinede motora bağlı milin dönmesi ile birlikte dönme hareketi karıştırıcı kazanın kenarındaki dişlilere iletilmektedir. Bu sayede kazanın dönmesi ile birlikte karıştırıcı kollar yongaları sürekli olarak karıştırmaktadır. Şekil 2.1'de liflere katkı maddelerinin ilavesi görülmektedir.



Şekil 2.1: Liflere katkı maddelerinin ilavesi.

Tutkal püskürtme işlemi 1,7 µm nozul çapına sahip tabanca ile yapılmıştır. Püskürtme basıncı 5-6 kg/cm² olup, basınç tutkal çözeltisinin yoğunluğuna ve tutkallama hızına bağlı olarak değiştirilmektedir. Katkı maddelerinin ilavesi homojen bir şekilde yapılabilmesi için tutkallama süresine dikkat edilmelidir. Karıştırma süresi ortalama 2-3 dakika arasında değişmektedir.

2.2.3 Levha Taslağının Oluşturulması (Serme) ve Ön Presleme

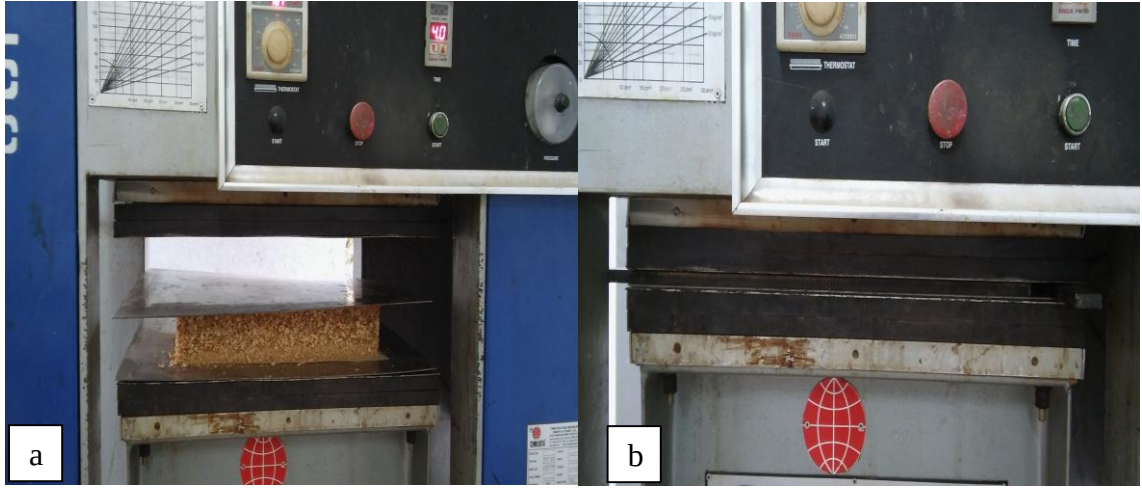
Levha taslağının hazırlanmasında 400x400 mm boyutlarında ahşap şekillendirme kalıbı kullanılmıştır (Şekil 2.2). Levha taslağının hazırlanmasında 2 mm kalınlığa sahip pres sacı kullanılmış, taslağın saclara yapışmasını önlemek amacıyla sacın yüzeyi yanmaz özelliğe sahip kağıtla kapatılmıştır. Alt ve üst kısımları açık olan kare biçimindeki çerçeve (kalıp) üzerinde yanmaz kağıt bulunan pres sacı yerleştirildikten sonra, lifler serilmiştir. Serme işleminden sonra şekillendirme çerçevesi büyüklüğünde bir tabla ile bastırılarak ön presleme yapılmıştır. Elde edilen taslak pres saclarına alınıp sıcak presleme işlemine geçilmiştir.



Şekil 2.2: Levha taslağının oluşturulması.

2.2.4 Sıcak Pres

Hazırlanan levha taslağının preslenmesinde laboratuvar tipi elektrikle ısıtılan tek katlı hidrolik pres kullanılmıştır. Pres pistonu altta olup, 180 ton kapasiteli ve 60x60cm ebatlarında tablalara sahiptir. Şekil 2.3'te levha taslağının prese yerleştirilmesi ve preslenmesi görülmektedir.



Şekil 2.3: a. Levha taslağının pres plakaları arasına yerleştirilmesi, b. preslenmesi.

Pres plakaları arasında plakaların her bir kenarında toplam 4 adet olmak üzere 12 mm. kalınlığında kalınlık çitası kullanılmıştır. Levha grupları için kullanılan deney varyasyonları ve üretilen levha sayıları Tablo 2.2'de belirtilmiştir.

Tablo 2.2: Deney varyasyonları.

Levha grubu	Kimyasal	Kullanım oranı	Üretilen levha sayısı
Kontrol	-	-	3
Silan A	[3-(2-Aminoethylamino)propyl] trimethoxysilane	%1,5	3
		%2,5	3
		%3,5	3
Silan B	3-aminopropyltriethoxysilane	%1,5	3
		%2,5	3
		%3,5	3
Sıvı Parafin	Sıvı Parafin	%1,5	3
		%2,5	3
		%3,5	3
Toplam levha			30

Tablo 2.2’de görüldüğü gibi deney levhaları her bir ilave katkı maddesinden 3 farklı oran ve 3’er adet levha olmak üzere toplamda 30 adet üretilmiştir.

2.2.5 Presleme Sonrası İşlemler

Presleme işlemi sonucunda elde edilen levha pres sacı arasından alınarak soğumak üzere, yerden 12-18 mm yükseklikteki 4 adet çıta üzerine bırakılmıştır. Her presleme işlemi sonunda levhalar aynı şekilde çıtalar kullanılarak üst üste istif yapılmış ve soğuyuncaya kadar bu şekilde bekletilmiştir. Bu sayede levhaların denge rutubetine gelmesi sağlanmıştır (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Üretilmiş deney levhaları.

2.2.6 Numaralandırma ve Boyutlandırma

Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini tespit edebilmek için deney örnekleri ilgili standartlara göre hazırlanmıştır. Boyutlandırma işleminden önce levhaların kenarları 2'şer cm kadar kesilerek yan alma işlemi yapılmıştır (Şekil 2.5).



Şekil 2.5: Deney levhalarının numaralandırma ve yan alma işlemi.

Boyutlandırma işlemi tüm örnekleri temsil edecek şekilde olup, kesilme işleminin düzgün olması için önce yan alınma işlemi yapılmış sonra numaralandırma yapılmış ardından örnekler kesilmiştir. Eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü direnci, yüzeye dik çekme direnci ve su alma-şişme miktarlarının belirlenmesinde kullanılmak üzere levhalardan numuneler alınmıştır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Fiziksel ve mekanik testler için hazırlanan numuneler.

2.2.7 Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Tayini

Levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin belirlenmesinde kullanılan standartlar Tablo 2.3'te belirtilmiştir.

Tablo 2.3: Fiziksel ve mekanik özelliklerin belirlenmesinde kullanılan standartlar.

Deney numunelerinin hazırlanması	TS EN 326-1-2
Kondisyonlama	TS 642
Özgül ağırlık tayini (gr/cm^3)	TS EN 323
Su emme ve kalınlığına şişme (%)	TS EN 317/ TS EN 318
Eğilme direnci (N/mm^2)	TS EN 310
Eğilmede elastikiyet modülü (N/mm^2)	TS EN 310
Yüzeye dik yönde çekme direnci (N/mm^2)	TS EN 319

2.2.8 Verilerin İstatistiksel Analizi

Elde edilen veriler SPSS programı ile %95 güven düzeyinde tek yönlü varyans analizi ile incelenmiş, aralarında anlamlı fark bulunan gruplar DUNCAN testi ile belirlenmiştir.

BÖLÜM 3

BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1 Levhaların Fiziksel Özelliklerine İlişkin Bulgular

Levhaların fiziksel özelliklerinden özgül ağırlık ve rutubet değerleri ile 2 ve 24 saatlik su alma-kalınlığına şişme deney sonuçları aşağıda irdelenmiştir.

3.1.1 Özgül Ağırlık

Levha gruplarının ortalama özgül ağırlık ve standart sapma değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Deney levhalarının ortalama özgül ağırlığına ait bulgular.

Levha Grubu		Uzunluk (mm)	Genişlik (mm)	Kalınlık (mm)	Ağırlık (g)	Özgül Ağırlık (g/cm ³)
Kontrol	X	50,32	49,97	10,63	21,38	0,80
	Sd	0,14	0,12	0,09	0,14	0,01
%1,5 Silan A	X	50,60	50,00	10,70	21,04	0,78
	Sd	0,20	0,01	0,15	0,10	0,01
%2,5 Silan A	X	50,36	49,89	10,73	21,15	0,79
	Sd	0,10	0,14	0,10	0,17	0,01
%3,5 Silan A	X	50,42	50,14	10,63	21,25	0,79
	Sd	0,02	0,09	0,19	0,03	0,01
%1,5 Silan B	X	50,44	50,15	10,62	21,36	0,80
	Sd	0,13	0,02	0,07	0,38	0,02
%2,5 Silan B	X	50,41	50,28	10,67	21,80	0,81
	Sd	0,02	0,04	0,19	0,14	0,02
%3,5 Silan B	X	50,49	50,29	10,57	21,84	0,82
	Sd	0,03	0,16	0,16	0,16	0,01
%1,5 Parafin	X	50,40	50,40	10,68	21,69	0,80
	Sd	0,12	0,01	0,10	0,20	0,00
%2,5 Parafin	X	50,21	50,41	10,85	22,61	0,83
	Sd	0,02	0,02	0,10	1,07	0,05
%3,5 Parafin	X	50,43	50,37	10,62	22,16	0,82
	Sd	0,02	0,01	0,06	0,34	0,02

Sd: Standart sapma, X: Ortalama değer.

Deney levhalarının özgülük ağırlık değerleri incelendiğinde maddesi kullanımı ile özgül ağırlık değerlerindeki değişim değişkenlik göstermektedir. TS 64-1 EN 622-1 (2005) standardında lif levhalarda ortalama yoğunluğa dair toleransın $\pm \%7$ olması gerektiği belirtilmiştir. Tablo 3.1 incelendiğinde ortalama özgül ağırlık değerleri $0,78-0,83 \text{ g/cm}^3$ arasında değişmekte olup, bu değerler çalışmanın başında hedeflenen $0,80 \text{ g/cm}^3$ ile karşılaştırıldığında tolerans değerine uygun olduğu görülmektedir. İstek ve Sıradağ (2013) yapmış oldukları çalışmada yonga levhalarda yoğunluk değişiminin $\%10$ 'dan fazla olmasının levha özelliklerini istatistiksel olarak anlamlı etkilediğini belirtmiştir.

3.1.2 Rutubet

Tablo 3.2' de levha gruplarının ortalama rutubet ve standart sapma değerleri verilmiştir. Tablo 3.2 incelendiğinde levha gruplarının $\%5$ ile $\%6$ arasında değişen değerler aldığı görülmektedir.

Tablo 3.2: Deney levhalarının ortalama rutubet değerleri.

	Örnek sayısı		Rutubet (%)
Kontrol	6	X	5.29
		Sd	0.23
%1,5 Silan A	6	X	5.26
		Sd	0.05
%2,5 Silan A	6	X	5.48
		Sd	0.07
%3,5 Silan A	6	X	5.29
		Sd	0.04
%1,5 Silan B	6	X	5.52
		Sd	0.02
%2,5 Silan B	6	X	5.23
		Sd	0.06
%3,5 Silan B	6	X	5.35
		Sd	0.02

Tablo 3.2: (devam ediyor).

%1,5 Parafin	6	X	5.19
		Sd	0.01
%2,5 Parafin	6	X	5.13
		Sd	0.10
%3,5 Parafin	6	X	5.09
		Sd	0.13

Sd: Standart sapma, x: Ortalama değer.

TS 64-1 EN 622-1 (2005) standardında levhaların rutubet içeriğinin %4-11 aralığında olması gerektiği belirtilmektedir. Elde edilen levhaların rutubetleri belirtilen sınırlar içerisinde olup, standarda uygundur.

3.1.3 Su Alma ve Kalınlığına Şişme Oranı

Deney levhalarının 2 ve 24 saatlik ortalama su alma (SA) kalınlığına şişme (K.Ş) miktarları ile SPSS analizi sonucu elde edilen farklı homojenlik grupları ve standart sapmaları Tablo 3.3'te belirtilmiştir.

Tablo 3.3: Deney levhalarının ortalama su alma ve kalınlığına şişme değerleri.

Levha grupları	2 Saat K.Ş (%)		24 Saat K.Ş (%)		2 Saat S.A (%)		24 Saat S.A (%)	
	X	Sd	X	Sd	X	Sd	X	Sd
Kontrol	15,77d	2,76	28,37e	3,44	14,85d	2,99	40,59e	5,53
%1,5 Silan A	13,29c	1,25	24,98d	1,99	11,35bc	1,54	36,62de	4,74
%2,5 Silan A	12,53abc	0,89	24,83cd	2,03	12,60c	1,74	37,75de	5,00
%3,5 Silan A	12,42abc	1,26	22,78bcd	2,69	11,39bc	2,47	34,66d	5,53
%1,5 Silan B	12,63bc	2,51	22,57bc	2,78	10,76bc	1,77	30,47bc	4,49
%2,5 Silan B	11,99abc	1,48	21,41ab	1,72	12,48c	2,05	30,94bc	5,32

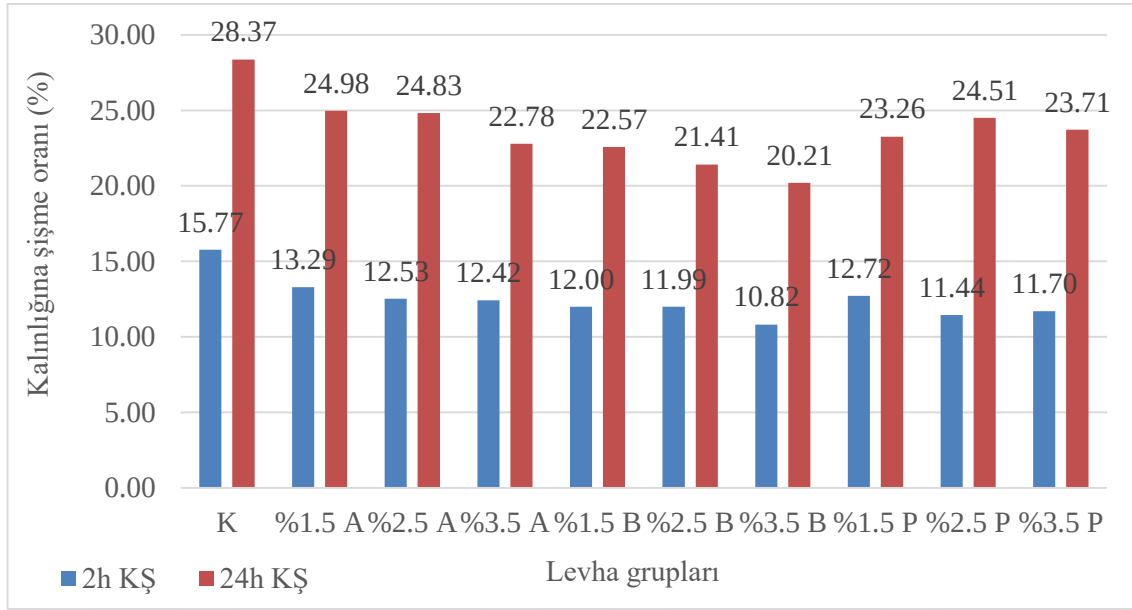
Tablo 3.3: (devam ediyor).

%3,5 Silan B	10,82a	1,20	20,21a	2,05	10,22b	2,24	29,38b	6,77
%1,5 Parafin	12,72bc	1,59	23,26bcd	1,97	6,41a	1,52	19,92a	3,24
%2,5 Parafin	11,44ab	2,25	24,51cd	4,01	5,82a	1,19	19,06a	2,97
%3,5 Parafin	11,70abc	1,90	23,71cd	3,35	6,29a	1,66	18,21a	3,33

Not: K.Ş: Kalınlığına şişme miktarı, S.A: Su alma miktarı, Sd: Standart sapma, X: Ortalama değer.

Tablo 3.3'te levha gruplarının 2 ve 24 saatlik su alma (SA) ve kalınlığına şişme miktarları (KŞ) görülmektedir. Kontrol örneğine kıyasla ilave katkı maddesi kullanımı ile su alma ve kalınlığına şişme oranlarında azalma olmuştur. Genel olarak artan kullanım oranı ile su alma ve kalınlığına şişme oranları azalmış ancak bu azalma her zaman doğrusal olmamıştır. Kalınlığına şişme için Silan B, su alma için ise parafinin diğer katkı maddelerine oranla daha etkili olduğu belirlenmiştir. 2 ve 24 saatlik SA ve KŞ değerleri için katkı maddesi ilave edilmeyen kontrol grubu en yüksek değerleri almıştır.

2 saat KŞ sonuçları incelendiğinde %3,5 silan B kullanımında %10,82 ile en düşük değer elde edilmiş olup, kontrol örneğine kıyasla %31'lik bir iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. %3,5 silan B'den sonra en etkili maddenin %11,44 ve %11,70 değerlerini alan %2,5 ve %3,5 parafin olduğu sonucuna varılmıştır. Her üç katkı maddesinin (silan A, silan B ve parafin) %2,5 ve %3,5 kullanım oranları ile elde edilen sonuçları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı, %15,77 değerini alan kontrol grubu ile diğer tüm levha grupları arasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlenmiştir. 24 saat KŞ sonuçları 2 saat KŞ sonuçları ile benzerlik göstermekle beraber farklı olarak 24 saat KŞ için DUNCAN testi sonucunda beş farklı homojenlik grubu elde edildiği görülmektedir. Kontrol grubu 28,37 ile en yüksek değeri alırken, %3,5 silan B kullanımında %20,21 değeri elde edilmiş ve 24 saat KŞ için kontrol örneğine kıyasla iyileşme değeri %29 olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde %3,5 silan B kullanımından sonra en etkili maddenin parafin olduğu tespit edilmiştir.

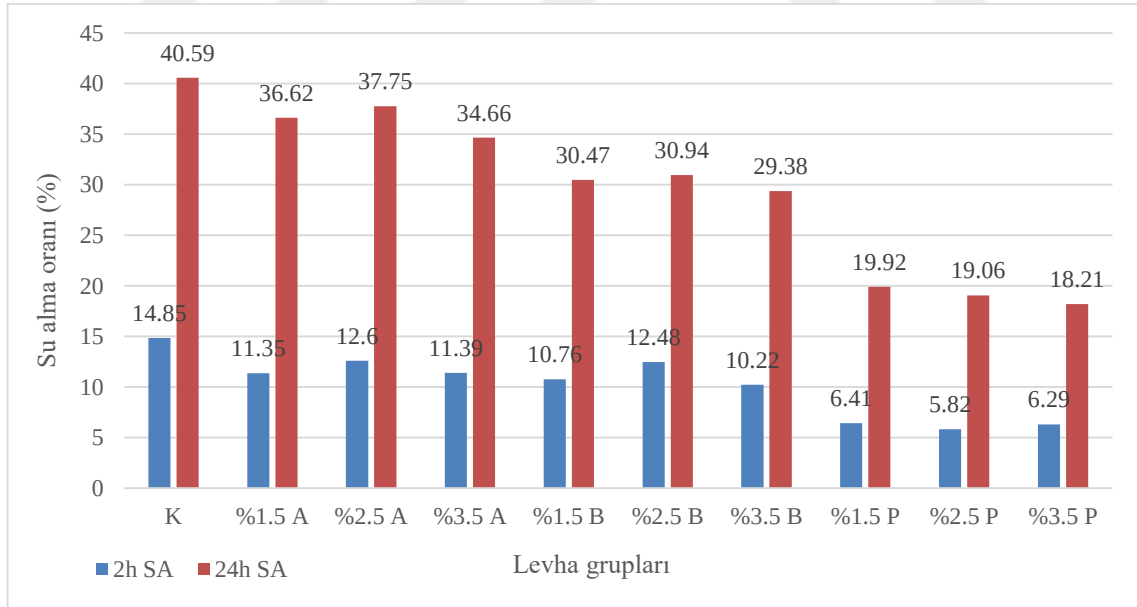


Şekil 3.1: Levha gruplarının 2 ve 24 saat kalınlığına şişme değerleri.

Levha gruplarının 2 ve 24 saatlik KŞ değerleri Şekil 3.1’de görülmektedir. 24 saat kalınlığına şişme sonuçları incelendiğinde elde edilen değerlerin TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların Özellikleri (MDF) standardında “Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen %15’in üzerinde olduğu görülmektedir.

2 saat SA sonuçları değerlendirildiğinde parafin ilaveli levha gruplarının kontrol ve silan ilaveli levha gruplarına kıyasla daha düşük değerler aldığı görülmektedir. En düşük 2 saat SA değeri %5,82 ile %2,5 parafin kullanımında elde edilirken bu değer ile %1,5 ve %3,5 parafin kullanımı ile elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca %2,5 parafin kullanımında elde edilen %5,82 değeri, kontrol grubunda elde edilen %14,85 ile karşılaştırıldığında 2 saat SA için %61’lik bir iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Parafin kullanımı dışında en etkili varyasyonlar %10,22 ve %10,76 ile sırasıyla %3,5 silan B ve %1,5 silan B kullanımında elde edilmiştir. İlâveten silan A için %1,5, %2,5 ve %3,5 oranları ile elde edilen sonuçlar arasında silan B için ise %1,5 ve %3,5 kullanım oranı arasında istatistiksel olarak fark olmadığı tespit edilmiştir. 2 ve 24 saat KŞ sonuçlarında olduğu gibi 2 saat SA sonuçlarında katkı maddesi ilave edilmeden üretilen kontrol grubu levhalarından elde edilen sonuçlar en yüksek değerleri alıp, istatistiksel olarak tek başlarına ayrı bir homojenlik grubu oluşturmuşlardır.

24 saat SA değerleri 2 saat SA değerleri ile benzerlik göstermekte olup, Parafin kullanımı ile elde edilen değerlerin kontrol ve silan kullanılan gruplardan elde edilen değerlerden düşük olduğu dikkat çekmektedir. Farklı olarak 24 saat KŞ de olduğu gibi, DUNCAN testi sonucunda 24 saat SA değerleri için de beş farklı homojenlik grubu oluşmuştur. Kontrol grubu %40,59 ile en yüksek SA değerine sahipken, en düşük SA değeri %3,5 parafin kullanımında %18,21 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol örneğine kıyasla %3,5 parafin kullanımı ile 24 saat SA değerinde %55'lik bir iyileşme olduğu anlaşılmıştır. %3,5 parafin 'den sonra sırasıyla %19,06 ve %19,92 değerlerini alan %2,5 ve %1,5 parafin kullanımları en etkili sonuçları veren varyasyonlar olmuştur. Parafin dışında en etkili maddenin silan B olduğu ve %3,5 silan B kullanımı ile elde edilen %29,38 değerinin kontrol örneğine (%40,59) kıyasla %28 iyileşme sağladığı anlaşılmıştır. Kontrol grubu değeri ile %1,5 ve %2,5 silan A kullanımı ile elde edilen değerler ile arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Benzer şekilde silan B ve parafin için ise tüm kullanım oranlarının (%1,5, %2,5 ve %3,5) aynı homojenlik grubunda yer aldığı ve onların arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir. Levha gruplarının 2 ve 24 saatlik SA değerleri Şekil 3.2'de görülmektedir.



Şekil 3.2: Levha gruplarının 2 ve 24 saatlik su alma değerleri.

Literatür incelendiğinde farklı çalışmalarda silan ilave edilmiş tutkallar ile üretilen farklı ahşap esaslı ürünlerin ya da silan ile yapılmış yüzey modifikasyonları sonucunda KŞ ve SA değerlerinde iyileşme olduğu belirtilmiştir (Tunç, 2012; Onat vd., 2014; Fang vd.,

2014). 2 ve 24 saat KŞ ve SA sonuçları incelendiğinde kullanım oranının iyileşme üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Artan kullanım oranı ile sayısal olarak iyileşme gözüktüğü de tüm katkı maddeleri için kullanım oranları sonucu elde edilen değerler arasında istatistiksel olarak 2'li ya da 3'lü grupların olduğu ve bu değerlerin aynı homojenlik grubunda yer alarak aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Artan kullanım oranına rağmen sonuçlar arasında anlamlı fark olmayışı ve sayısal olarak değerlerin bir birine yakın çıkmasının bir nedeninin tutkallı lifler üzerine püskürtülen katkı maddelerinin kullanım miktarlarının da çok düşük olmasına bağlı olarak lifler üzerine tam olarak homojen şekilde dağıtılamaması olabileceği düşünülmektedir. Onat vd. (2014) tek tabakalı yonga levhaların KŞ ve SA miktarlarının artan kullanım oranıyla daha yüksek oranda iyileştiğini belirtmiştir. Ayrıca aynı çalışmada kullanılan parafin emülsiyonun daha güçlü su itici yapısı ve düşük polaritesinden ötürü 24 ve 72 saatlik KŞ ve SA için silan kullanımından daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızla karşılaştırıldığında ortaya çıkan farklılıkların kullanılan tutkal ve katkı maddelerinin farklı özellikte olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızdaki özellikle SA değerleri için parafinin silandan daha etkili olması ise bu çalışmayla benzer yönler ortaya koymaktadır. Farklı bir çalışmada fenol formaldehit (FF) ve üre formaldehit (UF) tutkallarına farklı oranlarda (%1, %2 ve %3) silan ilavesinin KŞ ve SA değerlerini iyileştirdiği ve en iyi sonuçların %3 silan ilavesinde elde edildiği belirtilmiştir (Tunç, 2012). Yapılan farklı çalışmalarda da parafin ilavesinin yonga levhaların KŞ değerlerini azalttığı ve bu azalmanın artan parafin kullanımı ile daha fazla olduğu belirtilmiştir (Akbulut, 1995; Xu vd., 2008; Baharoğlu, 2010). Ayrıca Baharoğlu (2010) yonga levha üretiminde önce tutkal sonra parafin uygulamasının KŞ açısından daha iyi sonuçlar verdiğini vurgulamıştır. Bununla birlikte parafinin 170°C de eriyip yongaların boşluklarını doldurarak suyun difüzyonunu engellediği belirtilmektedir (Baharoğlu, 2010). Kelleci (2013) ise elde ettiğimiz sonuçların aksine yonga levha üretiminde ise silan ilavesinin KŞ değerlerini arttırarak olumsuz etki yaptığını ve fiziksel özellikler açısından silan ilavesinin önce yongaya uygulanıp daha sonra tutkallamak yerine tutkal içerisine katılarak uygulanmasının daha iyi sonuçlar verdiği sonucuna varmıştır.

3.2 Levhaların Mekanik Özelliklerine İlişkin Bulgular

Deney levhalarının mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci testleri yapılmıştır.

3.2.1 Yüzeye Dik Çekme Direnci

Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci (IB), standart sapma değerleri ve DUNCAN testi sonucunda elde edilen homojenlik grupları Tablo 3.4’ te verilmiştir.

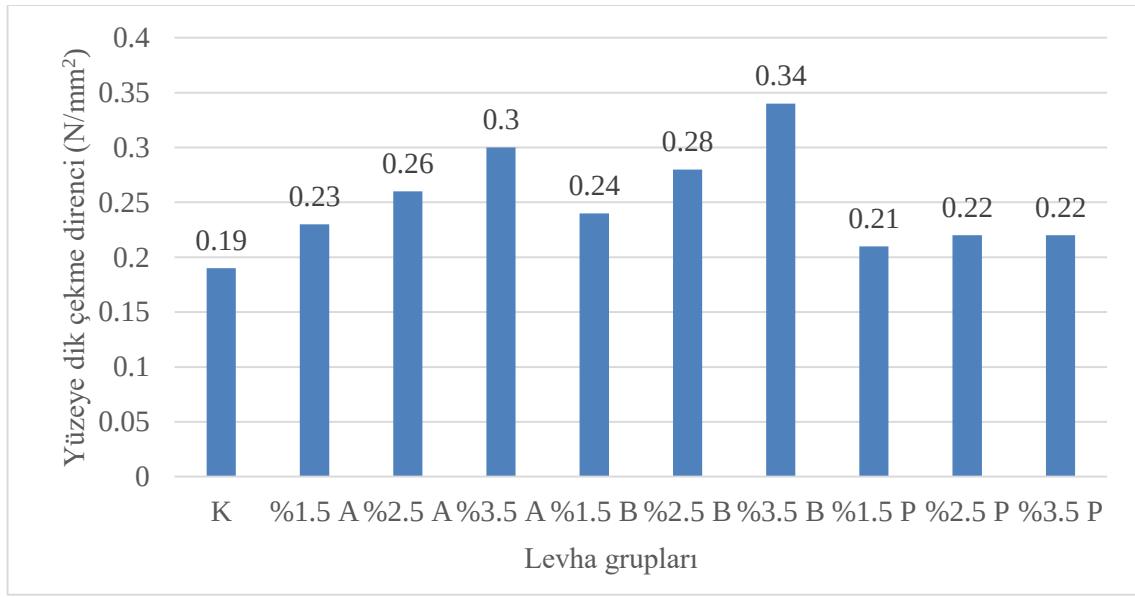
Tablo 3.4: Deney levhalarının ortalama yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Levha grupları		Yüzeye Dik Çekme Direnci(N/mm ²)
Kontrol	X	0,19a
	Sd	0,06
%1,5 Silan A	X	0,23abc
	Sd	0,10
%2,5 Silan A	X	0,26abcd
	Sd	0,09
%3,5 Silan A	X	0,30cd
	Sd	0,04
%1,5 Silan B	X	0,24abc
	Sd	0,08
%2,5 Silan B	X	0,28bcd
	Sd	0,08
%3,5 Silan B	X	0,34d
	Sd	0,04
%1,5 Parafin	X	0,21ab
	Sd	0,06
%2,5 Parafin	X	0,22abc
	Sd	0,04
%3,5 Parafin	X	0,22abc
	Sd	0,02

X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Tablo 3.4 incelendiğinde silan A ve silan B kullanımı ile elde edilen değerlerin parafin kullanımı ile elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm katkı maddeleri için ilave katkı maddesi oranı artışı ile yüzeye dik çekme direncinin arttığı görülmektedir. İlave katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubu 0,19 N/mm² ile en düşük IB değerini alırken, %3,5 silan B ilavesinde elde edilen 0,34 N/mm² en yüksek değer

olmuştur. Bu değerler kıyaslandığında %3,5 silan B kullanımı ile IB değerinde %44' lük bir iyileşme olduğu anlaşılmıştır. silan A için %1,5 ve %2,5, silan B için %1,5 ve parafin için tüm kullanım oranlarında elde edilen değerler kontrol grubu ile aynı homojenlik grubunda yer almış olup, aralarında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Yani IB değeri açısından kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olan varyasyonlar sırasıyla 0,30 N/mm², 0,28 N/mm² ve 0,34 N/mm² değerlerini alan %3,5 silan A ile %2,5 ve %3,5 silan B olmuştur. Levha gruplarının yüzeye dik çekme direnci değerleri Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.3. Levha gruplarının yüzeye dik çekme direnci değerleri.

Elde edilen sonuçlar TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların Özellikleri (MDF) standardında “Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen yüzeye dik çekme direnci değerinin (0,60 N/mm²) çok altındadır. Her ne kadar kontrol örneğine kıyasla özellikle silan kullanımları ile IB değerlerinde belli bir artış olsa da elde edilen değerlerin çok düşük çıkması beklenmeyen bir durumdur. Bunun sebebi olarak yüzeye dik çekme deneylerinin öngörülen sürede yapılamayışı bekleyen deney örneklerinin iç bağlanma özelliklerinin zayıflaması ve buna bağlı olarak değerlerin düşük çıktığı düşünülmektedir. Ayrıca tutkallı olarak temin edilen liflerle elde edilen levhaların direnç değerlerinin bir miktar düşük çıkabileceği öngörülebilir bir durumdur. Onat vd. (2014) çalışmamıza benzer bir şekilde silan kullanımı ile IB değerlerinin arttığını ve kontrol örneğine kıyasla bu artışın sadece %5 silan kullanımında anlamlı olduğunu tespit etmiştir.

Farklı çalışmalarda da bu sonuçlara benzer şekilde kontrol örneğine kıyasla silan kullanımı ile IB değerinin arttığı belirtilmiştir (Kelleci, 2013; Kharazipour vd., 2007). Kloser (2010) ise silan kullanımında Si–O–Si bağlarının yüksek enerjiye sahip olmasından dolayı iyi bir bağlanma ve iç yapışmada artış olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yonga levha üretiminde önce parafin sonra tutkal uygulamasının, önce tutkal sonra parafin uygulamasına göre IB açısından daha iyi sonuçlar verdiği vurgulanmıştır. Önce tutkal sonra parafin uyguladığında yonga yüzeylerindeki tutkal tabaklarının parafin tabakaları tarafından örtülmüş olabileceği bunun sonucunda tutkal bağı oluşumunun engelleneceği bu yüzden de IB değerinin düşebileceği belirtilmiştir (Baharoğlu, 2010). Bu çalışmaların ve bizim elde ettiğimiz sonuçların aksine farklı bir çalışmada OSB üretiminde ÜF tutkalına silan ilavesinin IB değerlerinde azalmaya neden olduğu da belirtilmiştir (Tunç, 2012).

3.2.2 Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci

Deney levhalarının ortalama eğilme direnci (BS) ve eğilmede elastikiyet modülü direnci (MOE) değerleri ile standart sapma değerleri ve DUNCAN testi sonucunda elde edilen homojenlik grupları Tablo 3.5’ te verilmiştir.

Tablo 3.5: Levha gruplarının ortalama eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü direnci değerleri.

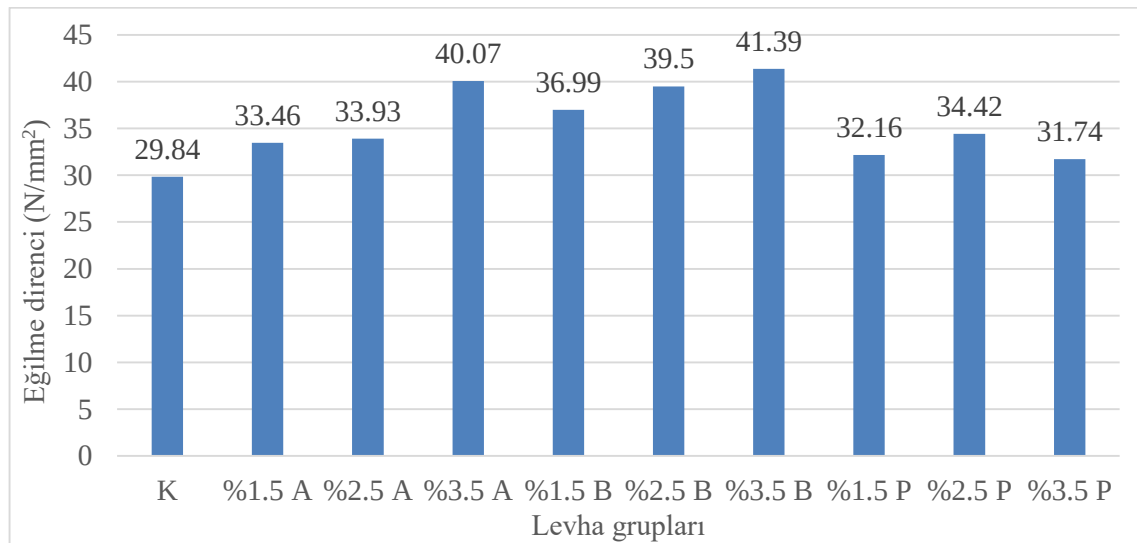
		Eğilme Direnci (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci (N/mm ²)
Kontrol	X	29,84a	2025,20a
	Sd	1,15	47,00
%1,5 Silan A	X	33,46abc	2220,00bc
	Sd	5,35	70,13
%2,5 Silan A	X	33,93abc	2230,82bc
	Sd	3,74	84,15
%3,5 Silan A	X	40,07cd	2295,71bc
	Sd	1,53	165,66
%1,5 Silan B	X	36,99bcd	2320,29bc
	Sd	4,74	106,99
%2,5 Silan B	X	39,50cd	2297,92bc
	Sd	3,26	131,60
%3,5 Silan B	X	41,39e	2353,48c
	Sd	4,35	177,53

Tablo 3.5: (devam ediyor).

%1,5 Parafin	X	32,16ab	2161,20abc
	Sd	4,24	148,95
%2,5 Parafin	X	34,42abc	2261,50bc
	Sd	5,16	144,83
%3,5 Parafin	X	31,74ab	2124,11ab
	Sd	2,23	125,34

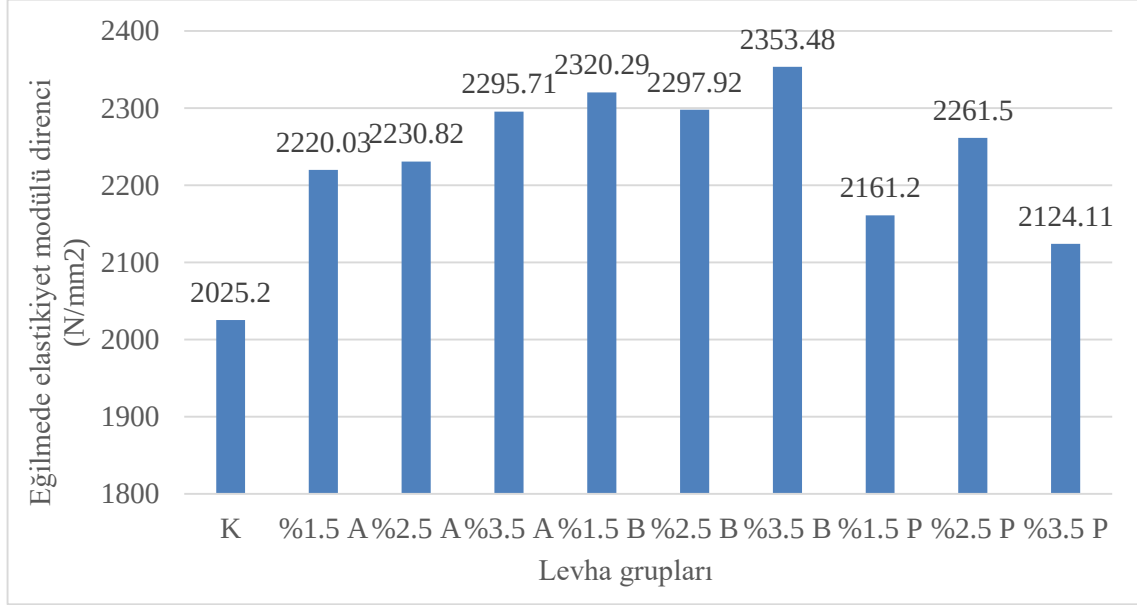
X:Ortalama değer, Sd: Standart sapma

Tablo 3.5 incelendiğinde ilave katkı maddesi kullanımı ile kontrol örneğine kıyasla levhaların BS ve MOE değerlerinin arttığı görülmektedir. Ancak silan A kullanımında hem BS hem MOE için, silan B kullanımında sadece BS’de kullanım oranı artışı ile birlikte direnç değerlerinde artış olurken, parafin kullanımında ise artan kullanım oranı ile her iki direnç değerinde de azalmanın doğrusal olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek BS ve MOE sırasıyla 41,39 N/mm² ve 2353,48 N/mm² olarak %3,5 silan B kullanımında elde edilmiştir. Bu sonuçlar herhangi bir ilave katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubunda elde edilen BS (29,84 N/mm²) ve MOE (2025,20 N/mm²) değerleri ile karşılaştırıldığında BS için % 38,7, MOE için ise % 16,2’lik artış olduğu tespit edilmiştir. BS için silan A’nın %1,5 ve %2,5, parafinin ise tüm kullanım oranlarında elde edilen direnç değerleri ile kontrol grubunun değeri aynı homojenlik grubunda yer almış olup, aralarında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olan varyasyonlar silan B’nin tüm kullanım oranları ile %3,5 silan A olmuştur. Levha gruplarının eğilme direnci değerleri Şekil 3.4’te görülmektedir.



Şekil 3.4: Levha gruplarının eğilme direnci değerleri

MOE değerlerinin DUNCAN homojenlik testi sonuçları incelendiğinde %1,5 ve %3,5, parafin kullanım oranlarında elde edilen direnç değerleri ile kontrol grubunun değeri aynı homojenlik grubunda yer almış olup, aralarında anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Bu durumda kontrol grubu ile aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark olan varyasyonlar silan A ve silan B'nin tüm kullanım oranları ile %2,5 parafin olmuştur. Levha gruplarının eğilme direnci değerleri Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5. Levha gruplarının eğilme elastikiye modülü direnci değerleri.

Elde edilen sonuçlar TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların Özellikleri (MDF) standardında “Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen değerler ile karşılaştırıldığında tüm levha varyasyonlarının BS için istenen 22 N/mm² değerini karşılarken MOE için belirtilen 2500 N/mm² değerini sağlayamadığı anlaşılmıştır. Onat vd. (2014) artan silan kullanımı ile BS ve MOE değerlerinde artış olduğunu ayrıca bu artışın artan kullanım konsantrasyonu ile daha fazla olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda da %2,5 silan B kullanımı dışında tüm silan kullanımlarında artan kullanım oranı ile BS ve MOE değerlerinin arttığı görülmektedir. Ayrıca silan A ve silan B'nin kullanım oranlarına göre dirençlerdeki artış karşılaştırıldığında %3,5 silan A kullanımındaki artış silan B ye göre daha fazla olmuştur. Bu durumda silan A'nın yüksek kullanım oranında daha iyi bir etki gösterdiği söylenebilir. Aynı çalışmada parafin kullanımının MOE değerini azalttığı, kullanım oranına göre MOE ve BS' deki farklı değişimler üzerinde levha yoğunluğunun da etkisi olabileceği vurgulanmıştır. Bir başka çalışmada ÜF tutkalı ve farklı metotlarla silan

ilavesi ile üretilmiş OSB'lerin artan silan kullanımı ile BS ve MOE değerlerinde iyileşme olduğu belirtilmiştir (Kelleci, 2013). Yapılan farklı çalışmalarda da parafin ilavesinin yonga levhaların BS ve MOE değerlerini azalttığı ve bu azalmanın artan parafin kullanımı ile daha fazla olduğu belirtilmiştir (Akbulut, 1995; Xu vd., 2008; Baharoğlu, 2010). Ayrıca yonga levha üretiminde önce parafin sonra tutkal uygulamasının, önce tutkal sonra parafin uygulamasına göre BS ve MOE açısından daha iyi sonuçlar verdiği, önce tutkal sonra parafin uyguladığında yonga yüzeylerindeki tutkal tabaklarının parafin tabakaları tarafından örtülmüş olabileceği bunun sonucunda tutkal bağı oluşumunun engellenmiş olabileceği belirtilmiştir (Baharoğlu, 2010). Elde ettiğimiz sonuçların aksine farklı bir çalışmada silan modifiyeli ÜF tutkalı ile üretilen yonga levhalarda silan kullanımı ile BS ve MOE değerlerinin azaldığı ve bu azalmanın silan kullanım oranı arttıkça daha fazla olduğu vurgulanmıştır (Tunç, 2012). Diğer bir çalışmada ise yonga levha üretiminde parafin kullanımının BS ve MOE üzerine herhangi bir etkisi olmadığı belirtilmiştir (Gözalan, 2016). Buradaki farklı sonuçların çalışılan levha ve silan türü, tutkal-silan uyumu ile üretim ve deney koşullarındaki değişkenlerden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

BÖLÜM 4

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1 Sonuçlar

Günümüzde sanayinin birçok alanında olduğu gibi levha endüstrisinde de en az maliyetle yüksek kalite ve verim hedeflenmektedir. Bu amaçla kullanım yerinde performans ve hizmet ömrünü arttıracak bazı ilave katkı maddeleri ile özel amaçlı levhalar üretilmektedir.

Levha ürünlerinin kullanım yerindeki performanslarını belirleyen önemli etkenlerden biri de tutkal türü ve miktarıdır. Levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini geliştirmeye yönelik çalışmalarda, kullanılan tutkal çeşidi ve tutkaldaki değişimler ile bağlanmayı arttırıcı farklı kimyasalların ilavesine yönelik çalışmalar önemli bir yer tutmaktadır. Özellikle lif ve yonga levha üretiminde yaygın olarak kullanılan üre formaldehit tutkalı kullanım oranının artması sadece maliyet değil aynı zamanda formaldehit emisyonunun da artmasına neden olmaktadır.

Bu çalışmada odun hammaddesi olarak Doğu kayını (*Fagus orientalis*) ve Karaçam'dan (*Pinus nigra*) elde edilen lifler tutkallanmış olarak temin edilerek lif levha üretiminde kullanılmıştır. [3-(2-Aminoethylamino) propyl] trimethoxysilane (silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (silan B) ve sıvı parafin ticari olarak piyasadan temin edilmiş olup, tam kuru tutkallı lif ağırlığına oranla %1,5, %2,5 ve % 3,5 olmak üzere üç farklı oranda kullanılmıştır. Üretilen levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine silan ve parafin maddelerinin etkisi araştırılmıştır.

Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre deney levhalarının özgül ağırlık değerleri incelendiğinde kontrol örneğine kıyasla katkı maddesi kullanımı ile özgül ağırlık değerlerinin değişkenlik gösterdiği belirlenmiştir. TS 64-1 EN 622-1 (2005) standardında lif levhalarda ortalama yoğunluğa dair toleransın $\pm$ %7 olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmamızda elde edilen ortalama özgül ağırlık değerleri 0,78-0,83 g/cm³ arasında değişmekte olup, bu değerler çalışmanın başında hedeflenen 0,80 g/cm³ ile karşılaştırıldığında tolerans değerine uygun olduğu görülmektedir. Çalışmamızda elde

edilen levhaların ortalama rutubetleri %5 ile 6 arasında değiştiği ve TS 64-1 EN 622-1 (2005) standardında belirtilen %4-11 aralığına uygun olduğu tespit edilmiştir.

Kontrol örneğine kıyasla levha üretiminde parafin ve silan kullanımının su alma ve kalınlığına şişme oranlarını iyileştirdiği grlmştir. Genel olarak artan kullanım oranı ile su alma ve kalınlığına şişme oranları azalmış, ancak bu azalmanın doğrusal olmadığı tespit edilmiştir. Kş için silan B, SA için ise parafinin diğer katkı maddelerine oranla daha etkili olduğu belirlenmiştir. 2 saat Kş sonuçları incelendiğinde %3,5 silan B kullanımında %10,82 ile en düşük değer elde edilmiş olup, kontrol örneğine kıyasla %31’lik bir iyileşme olduğu anlaşılmaktadır. 24 saat Kş için ise kontrol grubu 28,37 ile en yüksek değeri alırken, en düşük değer %3,5 silan B kullanımında %20,21 olarak elde edilmiş ve 24 saat Kş için kontrol örneğine kıyasla en yüksek iyileşme değeri %29 olarak hesaplanmıştır. 24 saat kalınlığına şişme sonuçları incelendiğinde elde edilen değerlerin TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların zellikleri (MDF) standardında “Kuru şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen %15 değerinin üzerinde olduğu görülmektedir.

2 saat SA sonuçları değerlendirildiğinde parafin ilaveli levha gruplarının kontrol ve silan ilaveli levha gruplarına kıyasla daha düşük değerler aldığı görülmektedir. %2,5 parafin kullanımında elde edilen %5,82 değeri, kontrol grubunda elde edilen %14,85 ile karşılaştırıldığında 2 saat SA için %61’lik bir iyileşme olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubu %40,59 ile en yüksek SA değerine sahipken, en düşük SA değeri %3,5 parafin kullanımında %18,21 olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre kontrol örneğine kıyasla %3,5 parafin kullanımı ile 24 saat SA değerinde %55’lik bir iyileşme olduğu anlaşılmıştır.

Yüzeye dik çekme direnci için silan A ve silan B kullanımı ile elde edilen değerlerin parafin kullanımı ile elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca tüm katkı maddeleri için ilave katkı maddesi oranı artışı ile yüzeye dik çekme direncinin arttığı görülmektedir. İlave katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubu 0,19 N/mm² ile en düşük IB değerini alırken, %3,5 silan B ilavesinde elde edilen 0,34 N/mm² en yüksek değer olmuştur. Bu değerler kıyaslandığında %3,5 silan B kullanımı ile IB değerinde %44’ lk bir iyileşme olduğu anlaşılmıştır. Elde edilen sonuçlar TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların zellikleri (MDF) standardında “Kuru şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen yüzeye dik çekme direnci değerinin altında kalmıştır.

Eğilme direnci (BS) ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri (MOE) incelendiğinde ilave katkı maddesi kullanımı ile kontrol örneğine kıyasla levhaların BS ve MOE değerlerinin arttığı görülmektedir. Ancak silan A kullanımında hem BS hem MOE için, silan B kullanımında sadece BS’de kullanım oranı artışı ile birlikte direnç değerlerinde artış olurken, parafin kullanımında ise artan kullanım oranı ile her iki direnç değerinde de azalmanın doğrusal olmadığı tespit edilmiştir. En yüksek BS ve MOE sırasıyla 41,39 N/mm² ve 2353,48 N/mm² olarak %3,5 silan B kullanımında elde edilmiştir. Bu sonuçlar herhangi bir ilave katkı maddesi kullanılmayan kontrol grubunda elde edilen BS (29,84 N/mm²) ve MOE (2025,20 N/mm²) değerleri ile karşılaştırıldığında BS için % 38,7, MOE için ise % 16,2’lik artış olduğu tespit edilmiştir. TS 64-5 EN 622-5 Kuru İşlem Lif Levhaların Özellikleri (MDF) standardında “Kuru Şartlarda Kullanılan Genel Amaçlı Levhalar” için belirtilen değerler ile karşılaştırıldığında tüm levha varyasyonlarının BS için istenen 22 N/mm² değerini karşılarken MOE için istenen en az değer olan 2500 N/mm² değerini sağlayamadığı anlaşılmıştır. Levha gruplarının fiziksel ve mekanik özelliklerine ait ortalama veriler Tablo 4.1’de görülmektedir.

Tablo 4.1: Levha gruplarının fiziksel ve mekanik özellikleri.

Levha grupları	2 Saat K.Ş (%)	24 Saat K.Ş (%)	2 Saat S.A (%)	24 Saat S.A (%)	Yüzeye Dik Çekme Direnci (N/mm ²)	Eğilme Direnci (N/mm ²)	Eğilmede Elastikiyet Modülü Direnci (N/mm ²)
Kontrol	15,77	28,37	14,85	40,59	0,19	29,84	2025,20
%1,5 Silan A	13,29	24,98	11,35	36,62	0,23	33,46	2220,00
%2,5 Silan A	12,53	24,83	12,60	37,75	0,26	33,93	2230,82
%3,5 Silan A	12,42	22,78	11,39	34,66	0,30	40,07	2295,71
%1,5 Silan B	12,63	22,57	10,76	30,47	0,24	36,99	2320,29
%2,5 Silan B	11,99	21,41	12,48	30,94	0,28	39,50	2297,92
%3,5 Silan B	10,82	20,21	10,22	29,38	0,34	41,39	2353,48
%1,5 Parafin	12,72	23,26	6,41	19,92	0,21	32,16	2161,20
%2,5 Parafin	11,44	24,51	5,82	19,06	0,22	34,42	2261,50
%3,5 Parafin	11,70	23,71	6,29	18,21	0,22	31,74	2124,11

Not: K.Ş: Kalınlığına şişme miktarı, S.A: Su alma miktarı.

Elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde aşağıdaki öneriler yapılabilir.

- Lif levha üretiminde su alma ve kalınlığına şişme özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla [3-(2-Aminoethylamino) propyl]trimethoxysilane (silan A), 3-aminopropyltriethoxysilane (silan B) ve parafin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Bu üç katkı maddesi arasında silan B ve parafinin, silan A'ya göre daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Dolayısıyla kullanım yerinde beklenen performans ve katkı maddelerinin maliyetleri göz önüne alınarak karar verilmesinin uygun olacağı kanaatine varılmıştır.
- Su itici özelliklere sahip katkı maddeleri ile üretilen ahşap esaslı levhalar genellikle boyutsal kararlılığı artarken, mekanik özellikleri olumsuz olarak etkilenmektedir. Bu çalışmada da elde edilen sonuçlar bu durumu desteklemekle beraber, silan ilavesi ile üretilen levhaların mekanik özellikleri, parafin ilavesi ile üretilenlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu sebeple mekanik direnç özelliklerinin önemli olduğu kullanım yerlerinde diğer katkı maddelerine göre silan B tercih edilmelidir.
- Levha üretiminde su itici maddeler (parafin, waks vb.) kullanıldığında genellikle tutkal kullanım miktarı da arttırılmaktadır. Aksi durumda mekanik özellikler olumsuz etkilenir. Ancak silan kullanımı ile tutkal miktarı arttırılmadan levha üretiminin ekonomik açıdan uygunluğu değerlendirilmelidir.
- Levha üretiminde parafin uygulamasını tutkallamadan önce, sonra ya da tutkalla karışım halinde yapmak mümkündür. Levhanın su alma özellikleri açısından önce tutkal sonra parafin, yüzeye dik çekme, eğilme ve eğilmede elastikiyet modülü gibi mekanik özellikler açısından ise önce parafin sonra tutkal uygulamasının daha iyi sonuçlar verdiği belirtilmektedir. Levhadan istenilen performansa göre uygun metot seçilebilir. Ayrıca diğer üretim koşulları ve uygulama imkanları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Silan kullanımı levhaların fiziksel, mekanik ve teknolojik özellikleri üzerinde kullanılan silan türüne bağlı olarak farklı etkiler yapmaktadır. Bu nedenle farklı silan türleri ile çalışmalar yapılarak bu etkiler araştırılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdelmouleh, M., Boufi, S., Belgacem, M.N., Dufresne, A. ve Gandini, A. (2005). Modification of cellulose fibers with functionalized silanes: Effect of the fiber treatment on the mechanical performances of cellulose–thermoset composites. *Journal of applied polymer science*, 98(3):974-984.
- Akbulut, T. (1995). Çeşitli Faktörlerin Yatay Preslenmiş Yonga Levhaların Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 132s.
- Akkayan., S.C. ve Özden, Ö. (1988). Parafinli kağıt üretimi ve Türkiye’deki durumu. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, Seri: B, 38 (2): 94-106.
- Aydın, U. (2016). Yonga Geometrisi ve Taslak Rutubet Değişimlerinin Yonga Levha Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 92 s.
- Baharoğlu, M. (2010). Ağaç Türü, Parafin Kullanım Miktarı ve Uygulama Şeklinin Yonga Levhanın Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon, 155 s.
- Biçer, A. (2014). Sodyum Karboksimetilselüloz (Na-CMC) Modifiyeli Yonga Levha Üretimi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 169 s.
- Bozkurt, Y. ve Göker, Y. (1990). *Yonga Levha Endüstrisi*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 263 s.
- Chow, P. (1974). 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,
- Dayanıklıoğlu, S. (2004). Türkiye’de Lif Levha ve Yonga Levha Sektörünün Durumu, Avrupa Birliği Ülkeleriyle Karşılaştırılması, Problemleri ve Çözüm Yolları. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul, 142 s.
- Dayanıklıoğlu, S. (2016). Yonga Sanayiciler Derneği, Levha Sektör Değerlendirmesi, İstanbul, 12 s.
- Donath, S. Militz H. ve Mai, C. (2004). Wood modification with alkoxy silanes. *Wood Science and Technology*, 38: 555-566.
- Donath, S. Militz H. ve Mai, C. (2007) Weathering of silane treated wood. *Holz Roh Werkst*, 65: 35-42.

- EP (2012). European Patent Application, Silane grafted olefin polymers composition and articles prepared therefrom and methods for making the same, EP 2 407 496 A1.
- Eroğlu, H. ve Usta, M. (2000) *Lif levha üretim teknolojisi*, KT Ü. Orman Fakültesi Yayın, (200/30).
- Fang, L., Chang, L., Guo, W. J., Chen, Y., ve Wang, Z. (2014). Influence of silane surface modification of veneer on interfacial adhesion of wood-plastic plywood. *Applied Surface Science*, 288, 682-689.
- FAOSTAT (2018). (Food and Agriculture Organization of the United Nation <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO> (30.10.2018).
- Göker, Y. ve Akbulut, T. (1992). Yonga levha ve kontrplağın özelliklerini etkileyen faktörler. “*ORENKO 92*” I. *Ulusal Orman Ürünleri Endüstri Kongresi, Bildiri metinleri*, s. 269-287, Trabzon.
- Göker, Y. (2000). Değişik yöntemlerle üretilmiş yongalevhaların kullanım yerleri. *Laminart Mobilya ve Dekorasyon ve Sanat ve Tasarım Dergisi*, (7): 128-133.
- Gözüalan, M. (2016). Yonga Levhalarda Parafin Kullanım Miktarının Optimizasyonu Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 117 s.
- Han, G., Zhang C., Zhang, D., Umemura, K. ve Kawai, S. (1998). Upgrading of urea formaldehyde bonded reed and wheat straw particleboard using silane coupling agents. *Journal of Wood Science*, 44: 282-286.
- Han, G., Umemura, K., Wong, E. D., Zhang, M. ve Kawai, S. (2001). Effects of silane coupling agent level and extraction treatment on the properties of UF-bonded reed and wheat straw particleboards. *Journal of Wood Science* 47(1), 18-23.
- Hundhausen, U., Stohldreier, R., Miltz, H. ve Mai, C. (2009). Procedural influence on the properties of particleboards made from AKD modified chips. *European Journal of Wood and Products*, 67 (3): 303-311.
- İstek, A. (1999). Buğday Saplarından (*Triticum aestivum* L.) Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi. Doktora Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 163 s.
- İstek, A. ve Tunç, H. (2014). Yönlendirilmiş şerit yonga levhaların (OSB) özelliklerine silan modifikasyonunun etkisi. 3. *Uluslararası Odun Dışı Orman Ürünleri Sempozyumu*, Kahramanmaraş, s. 610-617.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ. ve Kızılkaya, A. (2017). Türkiye Ahşap Esaslı Levha Sektör Analizi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 19(1), 132-138.
- İstek, A., Tunç, H. ve Özlüsoylu, İ. (2016). Determination of some physical and mechanical properties of oriented strand board (OSB) produced from silane treated strands. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1-8.

- İstek, A. ve Sıradağ, H. (2013). The effect of density on particleboard properties. *ICFS, International Caucasion Forestry Symposium*. Artvin, pp: 932-938.
- Kelleci, O. (2013). Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı İle Üretilmiş Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 100 s.
- Kalaycıoğlu, H. ve Özen, R. (2009). *Yonga Levha Endüstrisi Ders Notları*. K.T.Ü Orman Fakültesi Yayınları: Yayın no:89, Trabzon, 350s.
- Kharazipour, A.R., Müller, C. ve Schöpfer, C. (2007). *A review of forests, wood products and wood biotechnology of Iran and Germany*. Part II, University of Göttingen Press, Göttingen, 185s.
- Kloeser, L. (2010). Proceedings of the International Convention of Society of Wood Science and Technology and United Nations. *Economic Commission for Europe – Timber Committee*, October 11–14, Geneva, Switzerland.
- Mai, C. ve Militz, H. (2004). Modification of wood with silicon compounds. treatment systems based on organic silicon compounds – A review. *Wood Science and Technology* 37, 453–461.
- Nelson, S. (1997). Structural composite lumber. engineered wood products: *A Guide for Specifiers, Designers and Users*, PFS Research Foundation, Madison, WI. pp.147-172.
- OAİB (2015). Orta Anadolu İhracatçı Birlikleri Yonga Levha Sanayi 2015 Sektör Raporu.
- Onat, S.M., Kloeser, L. ve Mai, C. (2014). An amino-alkyl siloxane oligomer as hydrophobation agent for particleboards used under high humidity conditions. *European Journal of Wood and Wood Products*, 72(5), 643-649.
- Papadopoulos, A.N. ve Gkaraveli, A. (2003). Dimensional stabilisation and strenght of particleboard by chemical modification with propionic anhydride, *Holz als Rohund Werkstoff*, 61 (2): 142-144.
- Rozman, H.D., Banksand, W.B ve Lawther, M.L. (1994). Improvements of fiberboard properties through fiber activation and subsequent copolymerization with vinyl monomer. *Journal of Applied Polymer Science*, 54 (2): 191-200.
- Rozman, H.D., Abdul Khalil H.P.S., Kumar, R.N., Abusamah, A. ve Kon, B.K. (1996). Improvements of Fiberboard Properties through Fiber Activation with Silane. *International Journal of Polymeric Materials*, 32 (1-4): 247-257.
- Rozman, H.D, Abusamah, A, Kumar, R.N. ve Abdul Khalil, H.P.S. (1997). Rubberwood–Polymer Composites Based on Methacrylate Silane and Methyl Methacrylate. *Journal of Tropical Forest Products*, 2 (2): 227-237.

- Serin, H. ve Şahin, Y. (2016). Determination of contact level between top management sub-departments at furniture enterprises. *Ormancılık Dergisi*, 12(2), 222-230.
- Suchsland, O. ve Woodson, G.E. (1986). *Fiberboard Manufacturing Practices in the United States*. United States Department of Agriculture Forest Service; Agriculture Handbook No.640.
- Serin, H., Şahin, Y. ve Durgun, M. (2014). Furniture sector of Turkey, *European Journal of Research on Education, EJRE* Volume 2, Special Issue 6, Contemporary Studies in Social Sciences III, 149-153.
- Şahin, Y. ve Serin, H. (2016). A reseach on particle board factory by utilization of integer linear programming. *International Forestry Symposium*, 785-789.
- TOBB (2011). Türkiye Orman Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, TOBB Yayın Sıra No: 2012/172
- EN 316. Odundan mamül liflevhalar tarifler, sınıflandırma ve semboller, TSE, Ankara, (2011).
- TS EN 310. Ahşap esaslı levhalar, eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini, TSE, Ankara, (1999).
- TS EN 322. Ahşap levhalar, rutubet miktarının tayini, TSE, Ankara, (1999).
- TS EN 325. Ahşap Esaslı Levhalar – Deney Parçası Boyutlarının Tayini. TSE, Ankara, (2012).
- TS EN 326-3. Ahşap esaslı levhalar, Numune alma, kesme ve muayene, Bölüm 3: Ayrılan bir levha partisinin muayenesi. TSE, Ankara, (2005).
- TS-EN 323. Ahşap esaslı levhalar, Deney parçalarının boyutlarının tayini. TSE, Ankara, (1999).
- TS-EN 622-5. Lif levhalar - özellikler - Bölüm 5: Kuru işlemli levhalar (mdf) için gerekler. TSE, Ankara, (2011).
- Tunç, H. (2012). Silan Modifiyeli Fenol Formaldehit Tutkalı İle Üretilmiş Yönlendirilmiş Yonga Levhaların Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bartın, 100s.
- URL-1 (2018). <http://www.kimyaendustri.com/urunler/detay/107/5067> (13.11.2018).
- URL-2 (2018). <http://e-dergi.aimsaddergisi.com/edergi/15/78/index.html> (29.10.2018).
- URL-3(2018). <http://www.mercankimya.com.tr/parafin> (29.10.2018).

- Var, A.A. (2000). Emprenye Edilmiş Yongalardan Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon
- Wu, J., Yu, D., Chan, C.M., Kim, J., ve Mai, Y.W. (2000). Effect of fiber pretreatment condition on the interfacial strength and mechanical properties of wood fiber/PP composites. *Journal of applied polymer science*, 76(7), 1000-1010.
- Xu, X., Yao, F., Wu, Q., ve Zhou, D. (2009). The influence of wax-sizing on dimension stability and mechanical properties of bagasse particleboard. *Industrial crops and products*, 29(1), 80-85.
- Yıldırım, İ., Alevli, C., Akyüz, K.C. (2016). Odun esaslı levha sektörünün dış ticaret analizi ve tahmini. *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 16 (2): 370-382.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Şeyma ÖZLÜSOYLU
Doğum Yeri ve Tarihi : Ayancık / 1988

Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi : Karadeniz Teknik Üniversitesi/Orman Fakültesi/Orman
Endüstri Mühendisliği (2007-2011)

: Bartın Üniversitesi/ Orman Fakültesi/Orman
Mühendisliği (2015-Devam ediyor)

Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi /Fen Bilimleri Enstitüsü/Orman
Endüstri Mühendisliği A.B.D

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyet/Yayınlar : İstek, A., Özlüsoylu, İ., Onat, S.M. ve Özlüsoylu, Ş.
(2018). Formaldehyde Emission Problems and Solution
Recommendations on Wood-Based Boards. Journal of
Bartın Faculty of Forestry, 20 (2), 382-387.

İş Deneyimi

Stajlar : Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş
: Vezirköprü Orman Ürünleri ve Kâğıt Sanayi A.Ş.
: Bartın Yenihan Orman İşletme Şefliği

Çalıştığı Kurumlar : Sinop ORÜS

İletişim

E-Posta Adresi : seymaozlusoylu@gmail.com

Tarih : 14/09/2018 (Tez Savunma Tarihi)

