



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

**ÖZEL ÜRETİM LİF LEVHALARIN ÜZERİNE UYGULANAN  
YÜZEY KAPLAMA MALZEMELERİNİN YAPIŞMA DİRENCİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Adem KARA**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
AĞAÇ İŞLERİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN  
PROF. DR. MEHMET BUDAKÇI**

**EŞ DANIŞMAN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ OSMAN ÇAMLİBEL**

**DÜZCE, 2019**

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

**ÖZEL ÜRETİM LİF LEVHALARIN ÜZERİNE UYGULANAN**  
**YÜZEY KAPLAMA MALZEMELERİNİN YAPIŞMA DİRENCİNİN**  
**BELİRLENMESİ**

Adem KARA tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı**

Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Düzce Üniversitesi

**Eş Danışman**

Dr. Öğr. Üyesi Osman ÇAMLİBEL

Kırıkkale Üniversitesi

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Derya SEVİM KORKUT

Düzce Üniversitesi

Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Hüseyin PELİT

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Osman ÇAMLİBEL

Kırıkkale Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Cemil İLÇE

Abant İzzet Baysal Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 26/04/2019

## **BEYAN**

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

26 Nisan 2019

Adem KARA

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI'ya en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez çalışmam boyunca özellikle lif levhaların üretimi ve temininde değerli katkılarını esirgemeyen eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Osman ÇAMLİBEL'e de şükranlarımı sunarım.

Örneklerin hazırlık aşamasında, akrilik kaplamaların yapıştırılması sürecinde bana firma kapılarını açan Excel Ahşap Kaplama Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti. sahibi Şahin ÜRDÜ ile hiçbir zaman yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, Düzce Üniversitesi BAP-2017.07.01.598 numaralı Bilimsel Araştırma Projesiyle desteklenmiştir

**26 Nisan 2019**

**Adem KARA**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ .....	vii
ÇİZELGE LİSTESİ .....	ix
KISALTMALAR.....	x
SİMGELER .....	xi
ÖZET .....	xii
ABSTRACT .....	xiii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. GENEL BİLGİLER.....	3
1.1.1. Lif Levha .....	3
1.1.1.1. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması.....	4
1.1.1.2. Lif levhanın Kullanım Alanları .....	6
1.1.2. İnorganik Mineraller (Dolgu Maddeleri).....	6
1.1.2.1. Kaya Tuzu (NaCl) .....	6
1.1.2.2. Kalsit (Kalsiyum Karbonat, (CaCO <sub>3</sub> ) .....	7
1.1.2.3. Boraks Pentahidrat (Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·5H <sub>2</sub> O).....	8
1.1.2.4. Talk (3MgO <sub>4</sub> SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O).....	9
1.1.3. Suni Reçine Plakaları (Laminatlar) .....	11
1.1.3.1. Fenol ve Melamin Reçinesinden Üretilen Laminatlar .....	11
1.1.3.2. Polyester Reçinesinden Üretilen Laminatlar .....	12
1.1.3.3. Yüksek Basınç Laminatları (HPL) .....	13
1.1.3.4. Rulo Bobin Laminatları .....	14
1.1.4. Doğal Ahşap Kaplamalar .....	14
1.1.4.1. Kaplama Elde Etme Yöntemleri .....	15
1.1.5. Akriolik Kaplamalar .....	17
1.1.5.1. Akriolik Panel Katmanları .....	17
1.1.6. Polivinil Klorür (PVC) Kaplamalar .....	18
1.1.6.1. PVC Folyo.....	19
1.1.7. Yapışma Teorisi.....	20
1.1.8. Ahşap Tutkalları .....	22
1.1.8.1. Üre-Formaldehit (UF) Tutkalı.....	23
1.1.8.2. Polivinil Asetat (PVAc) Tutkalı.....	25
1.1.8.3. Poliüretan (PU) Tutkalı .....	27
2.LİTERATÜR ÖZETİ .....	29
3.MATERYAL VE YÖNTEM.....	33
3.1.MATERYAL.....	33
3.1.1. Özel Üretim Lif Levha .....	33

3.1.2. Yüzey Kaplama Malzemeleri .....	35
3.1.3. Yapıştırıcı.....	35
3.2.YÖNTEM .....	36
3.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması.....	36
3.2.2. Yapışma Direnci Deneyi .....	39
3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM) .....	41
3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi.....	42
4. BULGULAR .....	43
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	61
6. KAYNAKLAR.....	64
7. EKLER.....	73
EK-1:Deneme Deseni.....	73
ÖZGEÇMİŞ .....	74

## ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Laminatta kağıt katmanları .....	12
Şekil 2.2. Biçme yöntemi .....	15
Şekil 2.3. Kesme (dilme) yöntemi .....	16
Şekil 2.4. Soyma kaplama yöntemi . .....	17
Şekil 2.5. Akrilik panel katmanları .....	18
Şekil 2.6. Polivinil klorid .....	19
Şekil 2.7. PVC folyo üretim şeması .....	20
Şekil 2.8. Yapıştırma ek yerindeki kuvvetler .....	21
Şekil 2.9. Flat laminasyon poliüretan tutkal sürme ve yapıştırma hattı.....	28
Şekil 3.1. Süreç akış planı .....	33
Şekil 3.2. Levha taslaklarının iklimlendirilmesi.....	36
Şekil 3.3. UF tutkalı ve PVAc tutkalı sürme işlemi.....	37
Şekil 3.4. Çok katlı hidrolik pres. ....	37
Şekil 3.5. Flat laminasyon tutkallama ve yapıştırma hattı.....	38
Şekil 3.6. Örneklerin TS EN 311'e göre iklimlendirilmesi.....	38
Şekil 3.7. Örneklerin isimlendirilmesi.....	39
Şekil 3.8. Deney silindirlerinin kalıp yardımı ile yapıştırılması.....	39
Şekil 3.9. Deney silindiri yapıştırılan örnek ve taşıyıcı yüzeye kadar kesilmesi.....	40
Şekil 3.10. Yapışma direnci deneyinin yapılışı.....	40
Şekil 3.11. Yapışma direnci deneyi sonrası örnek yüzeyi . .....	41
Şekil 3.12. Denton vacuum desk V yüzey kaplama cihazı.....	42
Şekil 3.13. Taramalı elektron mikroskobu ile görüntü alınması ( SEM ).....	42
Şekil 4.1. Kontrol örneği.....	45
Şekil 4.2. Kaya tuzu modifiyeli örnek.....	45
Şekil 4.3. %3 modifikasyon yapılmış örnek.....	46
Şekil 4.4. %9 modifikasyon yapılmış örnek.....	46
Şekil 4.5. Laminat ile kaplanmış örnek.....	47
Şekil 4.6. PVC ile kaplanmış örnek.....	47
Şekil 4.7. PU tutkalı ile yapıştırılmış örnek.....	47
Şekil 4.8. PVAc tutkalı ile yapıştırılmış örnek.....	47
Şekil 4.9. Kontrol örneği.....	48
Şekil 4.10. %9 kaya tuzu modifiyeli örnek.....	48
Şekil 4.11. Laminat kaplama yapıştırılmış kontrol örneği.....	49
Şekil 4.12. Kaya tuzu ile modifiye edilen PVC kaplama yapıştırılmış örnek.....	49
Şekil 4.13. Laminat kaplama yapıştırılmış %3 modifikasyonlu örnek.....	50
Şekil 4.14. PVC kaplama yapıştırılmış %9 modifikasyonlu örnek.....	50
Şekil 4.15. UF tutkalı ile kaplama yapıştırılan kontrol örneği.....	51
Şekil 4.16. Kaya tuzu ile modifiye edilerek PVAc tutkalı ile kaplama yapıştırılan örnek.....	51
Şekil 4.17. %3 modifikasyonlu örnekte PU tutkalı ile kaplama yapıştırılması.....	52
Şekil 4.18. %9 modifikasyonlu örnekte PVAc tutkalı ile kaplama yapıştırılması.....	52
Şekil 4.19. PU tutkalı ile yapıştırılmış PVC kaplama örneği.....	53

Şekil 4.20. PVAc tutkalı ile yapıştırılmış PVC kaplama örneği.....	53
Şekil 4.21. Laminat kaplanmış kontrol örneği.....	54
Şekil 4.22. PVAc tutkalı ile yapıştırılan kaya tuzu ile modifiye edilen örnek. ....	54
Şekil 4.23. UF tutkalı ile kayın kaplama yapıştırılan kontrol örneği.....	56
Şekil 4.24. PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamalı örnek.....	56
Şekil 4.25. PVAc tutkalı kullanılarak laminat yapıştırılan %3 modifikasyonlu örnek. 58	
Şekil 4.26. PU tutkalı kullanılarak PVC yapıştırılan %3 modifikasyonlu örnek. ....	58



## ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Çizelge 1.1. Türkiye'nin kaya tuzu rezervi.....	7
Çizelge 1.2. Türkiye kalsit yatakları ve rezerv miktarı.....	8
Çizelge 1.3. Dünya bor rezervlerinin dağılımı. ....	9
Çizelge 1.4. Talk minerallerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı. ....	11
Çizelge 3.1. İnorganik dolgu minerallerinin MDF üretiminde kullanım reçetesi. ....	34
Çizelge 3.2. Levhaların hava kurusu ortalama yoğunluk değerleri. ....	35
Çizelge 3.3. Tutkallara ait bazı teknik özellikler. ....	35
Çizelge 3.4. Kaplamaların yapıştırılmasında kullanılan presleme koşulları. ....	36
Çizelge 4.1. Yapışma direnci değeri aritmetik ortalamaları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	43
Çizelge 4.2. Yapışma direnci değeri varyans analizi sonuçları. ....	44
Çizelge 4.3. Levha çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	45
Çizelge 4.4. Modifikasyon oranı Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	46
Çizelge 4.5. Kaplama çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	46
Çizelge 4.6. Tutkal çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	47
Çizelge 4.7. Levha çeşidi-modifikasyon oranı etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	48
Çizelge 4.8. Levha çeşidi-kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	49
Çizelge 4.9. Modifikasyon oranı-kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	50
Çizelge 4.10. Levha çeşidi-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	51
Çizelge 4.11. Modifikasyon oranı-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	52
Çizelge 4.12. Kaplama çeşidi-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	53
Çizelge 4.13. Levha çeşidi-modifikasyon oranı-kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	54
Çizelge 4.14. Levha çeşidi-modifikasyon oranı-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	55
Çizelge 4.15. Levha çeşidi-kaplama çeşidi - tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	56
Çizelge 4.16. Modifikasyon oranı-kaplama çeşidi-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	57
Çizelge 4.17. Levha çeşidi-modifikasyon oranı-kaplama çeşidi-tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm <sup>2</sup> ). ....	58

## KISALTMALAR

A	Yapışma yüzeyinin alanı (1000 mm <sup>2</sup> )
ABS	Akrilonitril/bütadien/stiren
B	Boraks pentahidrat
C	Kalsit
F	En büyük kuvvet (N)
HDF	Yüksek yoğunluklu lif levha
HG	Homojenlik grubu
HPL	Yüksek basınç laminatları
LDF	Düşük yoğunluklu lif levha
LSD	En küçük önemli fark
MDF	Orta yoğunluklu lif levha
N	Kaya tuzu
UF	Üre-formaldehit
OSB	Yönlendirilmiş yonga levha
PMMA	Metil metakrilatın polimerizasyonu
PU	Poliüretan
PVAc	Polivinil asetat
PVC	Polivinil klorür
R	Bir m <sup>3</sup> levha için tüketilen odun miktarı (%)
SS	Yapışma direnci (N/mm <sup>2</sup> )
SEM	Taramalı elektron mikroskobu
S1S	Tek yüzeyi pürüzsüz
T	Ton
TS	Türkiye standartları
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

## SİMGELER

°C	Santigrat
CaCO <sub>3</sub>	Kalsiyum karbonat
CH <sub>3</sub> OH	Etilalkol
cP	Centipoise
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
cm	Santimetre
cm <sup>3</sup>	Santimetre küp
dk	Dakika
H <sub>2</sub> O	Su
gr	Gram
kg	Kilogram
KN	Kilo Newton
M	Metre
mm <sup>2</sup>	Milimetrekare
m <sup>2</sup>	Metre kare
m <sup>3</sup>	Metre küp
N	Newton
NaCl	Kaya tuzu
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Sodyum karbonat
Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> ·5H <sub>2</sub> O	Boraks pentahidrat
NH <sub>2</sub> COOH <sub>4</sub>	Amonyak
NH <sub>3</sub>	Amonyum karbonat
NH <sub>4</sub> Cl	Amonyum klorür
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	Üre
MPa	Megapascal
O	Oksijen
CH <sub>2</sub> O	Formaldehit
3MgO <sub>4</sub> SiO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O	Talk
µm	Mikro metre

## ÖZET

### ÖZEL ÜRETİM LİF LEVHALARIN ÜZERİNE UYGULANAN YÜZEY KAPLAMA MALZEMELERİNİN YAPIŞMA DİRENCİNİN BELİRLENMESİ

Adem KARA

Düzce Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Eş Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Osman ÇAMLİBEL

Nisan 2019, 74 sayfa

Bu çalışmanın amacı, inorganik dolgu maddeleriyle modifiye edilmiş özel üretim lif levhalara uygulanan yüzey kaplama malzemelerinin yapışma direncini belirlemektir. Bu amaçla; %70 geniş yapraklı ağaç, %30 iğne yapraklı ağaç liflerine %3, %6, %9 oranlarında kaya tuzu (NaCl), kalsit (CaCO<sub>3</sub>), boraks pentahidrat (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O) ve talk (3MgO<sub>4</sub>SiO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O) inorganik dolgu maddeleri ilave edilerek orta yoğunluklu lif levhalar (MDF) üretilmiştir. Daha sonra üre formaldehit (UF), polivinil asetat (PVAc) ve poliüretan (PU) tutkalları kullanılarak, levha yüzeylerine Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.), akrilik, polivinil klorür (PVC) ve laminat yüzey kaplama malzemeleri yapıştırılmıştır. Ardından örnekler, TS EN 311 standardında belirtilen esaslara göre kaplama yapışma direnci testine tabi tutulmuştur. Ayrıca lif levha ve yüzey kaplama malzemeleri ara kesitinde meydana gelen oluşumlar, Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) yardımı ile belirlenmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; lif levha modifikasyonunda farklı oranlarda kullanılan inorganik dolgu maddeleri, kaplama yapışma direncini düşürmüştür. Çalışmada en yüksek yapışma direnci, kontrol (MDF) örnekleri üzerine UF tutkalı uygulanarak yapıştırılan Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve laminat kaplamada elde edilmiş, PVC kaplamayı yapıştırmada UF ve PVAc tutkallarının kullanılmasının uygun olmadığı tespit edilmiştir.

**Anahtar sözcükler:** Ahşap yapıştırıcılar, Lif levha (MDF), Yapışma direnci, Yüzey kaplama malzemeleri.

# ABSTRACT

## DETERMINATION OF ADHESION STRENGTH OF SURFACE COATING MATERIALS APPLIED ON SPECIAL PRODUCTION FIBERBOARDS

Adem KARA

Düzce University

Graduate School of Natural and Applied Sciences, Department of Wood Products

Industrial Engineering

Master's Thesis

Advisor: Prof. Dr. Mehmet BUDAKÇI

Co-Advisor: Faculty Member Dr. Osman ÇAMLIBEL

April 2019, 74 pages

The aim of this study was to determine the adhesion strength of surface coating materials applied to special production fiberboard modified with inorganic fillers. For this purpose, firstly medium-density fiberboard (MDF) panels were produced by adding inorganic filler materials including 70% broadleaf wood, and 30% coniferous wood fibers, three ratios (3%, 6%, 9%) of rock salt (NaCl), calcite (CaCO<sub>3</sub>), borax pentahydrate (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O), and talc (3MgO<sub>4</sub>SiO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O). Later, the oriental beech (*Fagus orientalis* L.), acrylic, polyvinyl chloride (PVC), and laminate surface coating materials were glued to the the surfaces of the panels using urea formaldehyde (UF), polyvinyl acetate (PVAc), and polyurethane (PU) adhesives. The samples were then subjected to coating adhesion strength testing in accordance with the principles specified in the TS EN 311 standard. In addition, scanning electron microscopy (SEM) was used to determine the form occurring at the surface coating material-fiberboard interface. According to the research results, the inorganic fillers used in different ratios in the fiberboard modification reduced the coating adhesion strength. In the study, the highest adhesion strength was obtained by applying UF glue on the control samples with the oriental beech (*Fagus orientalis* L.), and the laminate coating, and it was determined that the use of UF and PVAc adhesives were not suitable for bonding PVC coatings.

**Key Words:** Adhesion strength, Medium density fiberboard (MDF), Surface coating materials, Wood adhesives.

## 1. GİRİŞ

Ağaç malzeme kullanım alanına çok geniş olan bir malzemedir. Günümüzde endüstrinin gelişmesi ve buna paralel olarak ekonomik, kültürel, sosyal hayattaki gelişmeler ve nüfus artışı diğer eşyalarda olduğu gibi ahşap esaslı malzemelerin ve dolayısıyla ağaç malzemenin tüketimini de önemli seviyede artırmıştır (Altınok, 1995; Budakçı, 2008). Dünya orman varlığının aynı kalması hatta azalmasına karşılık kişi başına düşen orman ürünlerinin tüketiminin de gittikçe yükselmesi ormanların daha iyi değerlendirilmesini zorunlu kılmıştır (Özen, 1980). Ayrıca ülkemizde masif ağaç malzemenin daha az bulunur hale gelmesi, fiyatın yükselmesi ve bazı kullanım yerlerinde sorunları çözmemesi, ahşap esaslı levha ürünlerini masif ağaç malzemenin yerine kullanılabilme sonucunu ve zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır (Akkılıç, 1998; Güller, 2001; Çamlıbel, 2012). Bu bağlamda orman ürünleri işleyen endüstri kollarında oduna alternatif ve odun tüketimini azaltıcı hammadde kaynaklarının araştırılması cazip hale gelmiştir (Çamlıbel, 2012). Özellikle sentetik yapıştırıcıların bulunması ve üretime katılması ile birlikte orman artıklarını, bazı bitki saplarını ve bitki liflerini değerlendirerek ahşap özelliği taşıyan, fakat ağaç malzeme gibi çalışmayan ahşap esaslı levhalar elde etmeye yöneltmiştir. Bunun sonucu olarak yonga levha, lif levha ve yönlendirilmiş yonga levhalar gibi ahşap esaslı levhalar üretilmiştir (Güller, 2001; Kılıç, 2006; Budakçı, 2008; Budakçı, 2010; Kara, Budakçı ve Çamlıbel, 2018).

Lif levha teknolojisinin en önemli hammaddesi lignoselülozdur. Lignoselülozik materyaller, endüstriyel toplumların sürdürülebilir ekonomilerini geliştirmek için yenilenebilir kritik bir kaynaktır (Kumar, Barrett, Delwiche ve Stroeve, 2009) Lignoselülozik malzeme genellikle kereste, kağıt ve tarımsal atıklardan elde edilmektedir (Pérez, Muñoz-Dorado de la Rubia ve Martínez, 2002). Her ne kadar lignoselülozik materyaller yenilenebilir yapıları nedeniyle ürün geliştirmede özel bir yere sahip olsa da, üretilmeleri zaman alan hammaddelerdir (Asgher, Ahmad ve Iqbal, 2013).

Son yıllarda, atıl durumda bulunan tarımsal atıkların orman ürünleri levha üretiminde hammadde olarak kullanılması büyük önem kazanmıştır (Batalla, Nunez ve Marcovich,

2005; Çamlıbel, 2012; Fowler, Hughes ve Elias, 2006; Ntalos and Grigoriou, 2002; Rowell, 1996; Youngquist, English, Scharmer, Chow ve Shook, 1994; Youngquist, Krzysik, Chow ve Meimban, 1997; Youngquist, 1999). Ancak tarımsal esaslı lifler, lif levha üretiminde teknolojik olarak odun lifleri kadar uygun değildir (Halvarsson, Norgren ve Edlund, 2005; Lee, Shupe ve Hse, 2006). Sürekli artan lignoselülozik hammadde açığını azaltmak amacıyla tarımsal atıkların orman ürünleri levha üretiminde kullanılması yanı sıra, günümüzde inorganik maddelerden de yararlanılmaktadır. Genellikle kaolin, kalsit, titanyumdioksit, talk gibi mineraller tercih edilmekte, bu endüstriyel hammaddeler dolgu ve kaplama mineralleri olarak iki ayrı amaçta kullanılabilir (Erkan ve Malayoğlu, 2001)

Genel olarak, orman ürünleri sektörü sürekli bir iyileştirme çabası içerisinde. Ancak ahşap esaslı levha üretiminde levhanın performansını belirleyen en önemli etken yapıştırıcılar olmuştur. Bağlayıcı olarak kullanılan tutkalın uygun seçilmiş olması halinde yeterli sağlamlıkta ve ekonomik bir malzeme üretilebilmektedir. Kullanılan yapıştırıcıların özellikleri levhaların performansını doğrudan etkilemektedir. Levhanın üretiminde ve sonrasındaki kaplama sürecinde oluşan adezyon, levha kalitesini belirleyen en önemli unsurdur.

Ahşap esaslı ürünlerin mobilya ve dekorasyon endüstrisinde tek başına genel bir anlam ifade edemeyeceği gibi estetik açıdan mobilya üretimi için uygun değildir. Ahşap esaslı levhaların mobilya ve dekorasyon sektöründe kullanılabilmesi için levha yüzey ve levha kenarlarının (cumbalarının) kullanım alanlarına göre fiziksel mekanik özelliklerini güçlendirmek, formaldehit salınımını azaltmak, dekoratif görüntü ve doğal bir görünüm sağlamak amacıyla çeşitli kaplamalarla kaplanması gerekmektedir. Bu sebeplerden dolayı günümüzde ağaç işleri, mobilya ve dekorasyon sektöründe ahşap esaslı levhaların yüzeylerine kullanım yerleri ve kullanım amaçlarına göre suni reçine plakası (laminat), PVC, Akrilik (High Gloss) ve doğal ahşap kaplama gibi çeşitli yüzey kaplama gereçler ile kaplanmaktadır (Budakçı, 2008, 2010; Kara vd. 2018).

Bu ürünlerin üretiminde ve kullanımında gerçekleştirilen yapıştırıcılı birleştirmelerin performansı; yapıştırıcı bağı oluşumunun başarısına, yani yapıştırıcı ile yapıştırılan ağaç malzeme yüzeyi arasındaki adezyonun iyi olmasına bağlıdır. Ağaç malzemenin yapıştırılma tarihi 3000 yıl önceki mısırlılar tarihine (Skeist and Miron, 1990; River, 1994), yapıştırıcının tarihi ise medeniyetin başlangıcına kadar dayanmaktadır (Keimel, 2003). Günümüzde mobilya ve dekorasyon sektöründe yapıştırıcı kullanılmadan yeni

bir ürün oluşturulmasının neredeyse olanaksız bir hale geldiği düşünülürse, ahşap ve ahşap kökenli levha endüstrilerinde adezyon kavramının ne denli önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca boya ve vernik gibi üst yüzey işlemleri ile sıvıların malzeme içerisine penetrasyonunu gerektiren çeşitli koruyucu işlemlerin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi de bu malzemeler ile sıvı materyal arasındaki adezyonun iyi olmasına bağlıdır (Budakçı, 2003, 2008).

Ahşap kaplama ve suni reçine plakalar çeşitli yüzeylere (yonga levha, MDF, kontrplak vb.) farklı yapıştırıcılar kullanılarak yapıştırılırlar. Her durumda kaplamanın uygulanan yüzeye iyi bir şekilde yapışması şarttır. Ancak kullanılan malzemelerdeki ve yapıştırıcılardaki yapısal farklılıklar, presleme ve kullanıcı hataları nedeni ile bazen düzensiz yapışma, dalgalanma, kabarma vb. istenmeyen yapışma başarısızlıkları oluşmaktadır (Budakçı, 2008, 2010; Kara vd. 2018).

Bu perspektiften hareketle çalışmanın amacı; farklı oranlarda (%3, %6, %9) inorganik dolgu maddeleri ile (kalsit, kaya tuzu, boraks penhidrat, talk) modifiye edilerek üretilen lif levha yüzeylerine, farklı tutkallar üre-formaldehit (UF), polivinil asetat (PVAc) ve poliüretan (PU) kullanılarak yapıştırılan laminat, polivinil klorür (PVC), Doğu kayını (*Fagus orientalis* L.) ve akrilik yüzey kaplama malzemelerinin yapışma direncini belirlemektir. Çalışma kapsamında, özel üretim lif levha ve yüzey kaplama malzemeleri yapışma ara kesitinde meydana gelen oluşumlar da, Taramalı Elektron Mikroskopu (SEM) yardımı ile tespit edilmeye çalışılmıştır.

## **1.1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1.1. Lif Levha**

Lif levhalar, bitkisel lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliğinden yararlanılarak veya ilave yapıştırıcı madde kullanılarak oluşturulan levha taslağının kurutulması ya da preslenmesi sonucunda elde edilen bir üründür (Eroğlu, 1994).

Lif levhalar, en az %80 oranında bitkisel lif içermektedir. Masif ahşap malzemede olduğu gibi yüksek değerlerde mekanik ve teknolojik özelliklere sahiptir. Bunun yanında, masif ahşap malzemede görülen üç yöndeki farklı çalışma olamaz. Bunun sebebi, lif levhaların homojen bir yapıya sahip olmasındandır. Ayrıca, masif ahşap malzemede görülen, budak, çürüklük, lif kıvrıklığı, çarpılma, çatlama gibi kusurlar bulunmaz. Diğer taraftan fabrikasyonda uygulanan çeşitli teknikler yardımıyla dayanım, sertlik, özgül

kütle gibi teknolojik özellikler istenilen miktarlarda ayarlanabilir. Ayrıca işlenmesi daha kolaydır. Isı, ses ve rutubet yalıtımında etkili bir şekilde kullanılabilir. Akustik düzenlemeler yapılabilir.

Cilalama, boyama, çivileme, vidalama, ahşap levha ve diğer malzemeler ile kaplanabilme, özel kalıplarda bükülerek şekil verilebilme özelliklerine sahiptirler (Kürelî, 1996).

Lif levha üretiminde kullanılan hammadde ve metotların çok çeşitli olması nedeniyle sayısız levha tipleri geliştirilmiştir. Lif levha tiplerinin farklılığı nedeniyle levha özellikleri geniş sınırlar içerisinde değişmektedir (Kürelî, 1996).

Lif levhalar genellikle özgül kütlelerine (yoğunluğuna) göre,

- Yumuşak odun lifi levhası: Özgül kütlesi (yoğunluğu)  $350 \text{ kg/m}^3$
- Orta sert odun lifi levhası: Özgül kütlesi (yoğunluğu)  $350 - 800 \text{ kg/m}^3$
- Sert odun lifi levhası: Özgül kütlesi (yoğunluğu)  $800 \text{ kg/m}^3$ ' den daha fazla olacak şekilde sınıflandırılmıştır (Eroğlu, 1994), (TS 2129 2012).

Lif levhalar ayrıca hem kuru hem de yaş yöntem ile üretilebilir. Kuru yöntem, yüksek yoğunlukta lif levha (HDF) ve orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretimine uygulanabilir. Yaş yöntem ise HDF ve düşük yoğunlukta lif levha (LDF), MDF ve izolasyon levhası üretimine uygulanabilir (Wood Handbook, 1999).

#### 1.1.1.1. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhaların Sınıflandırılması

##### *Yaş Yöntemle Üretilen Lif Levhalar*

Yaş yöntemle lif levha üretiminde lif levha taslağı kurutma veya sıcak preslemeye gitmeden önceki rutubeti %100'den fazladır. Bu özellik, yaş yöntemi diğer yöntemlerden ayıran temel farktır. %1-2 konsantrasyondaki lif süspansiyonu bir elek üzerine mümkün olduğu oranda homojen olacak şekilde dağıtılarak lif keçesi hazırlanır. Homojen dağılımlı bir levha taslağı elde etmek, buradaki en önemli sorundur. Çünkü lifler sürekli olarak topaklanıp demet oluşturmaya meyillidir. Bunu önlemek için düşük konsantrasyon ve mekanik karıştırma yapılır. Yaş yöntemle üretilen levhaların sadece bir yüzü düzdür. Diğer yüzünde ise elek izi bulunmaktadır. Çünkü oluşturulan lif keçesi preslerde sıcaklık ve basınç altında preslenerek kurutulur ve presin bir yüzündeki elek sayesinde liflerdeki su buharının dışarı çıkışına olanak sağlanmalıdır (Eroğlu, 1988).

Yaş yöntemde levha üretiminde genellikle ilave bir yapıştırıcı kullanılmaz. Yapışmayı sağlayan, ağaç malzemenin yapı taşı olan lignin ve hemiselülozun hidrolizi sonucu oluşan maddelerdir. Levhanın özelliklerini iyileştirmek için levha tipine göre fenol formaldehit, kuruyan yağlar, termoplastikler, nişasta ve asfalt gibi katkı maddeleri katılabilmektedir. Üretilen levhanın kullanılacakları yere göre rutubetli ortamlarda çalışmasını azaltmak amacıyla tam kuru lif ağırlığına oranla yaklaşık %1-2 oranında su itici özelliğinden dolayı parafin (wax) ilave edilebilmektedir. Ayrıca sert levhaların yüzeyleri %7-12 oranında kuruyan ve sertleşen yağlar ile emprenye edilmek suretiyle ekstra sert lif levhalar elde edilmektedir (Akbulut, 2001).

#### *Yarı Kuru Yöntemle Üretilen Lif Levhalar*

Bu yöntemde levha taslağının rutubeti %12-45 arasında olup, taslağın oluşturulmasında sulu ortamdan yararlanılmayıp hava veya mekanik araçlarla serme şeklinde yararlanır. Yapıştırıcı olarak orta lameldeki ligninden ziyade sentetik yapıştırıcılardan faydalanılır. Bu yöntemle genellikle bir yüzü düzgün sert lif levhalar üretilmektedir (Eroğlu, 1988).

#### *Kuru Yöntemle Üretilen Lif levhalar*

Bu yöntemde nem oranı %8-12 arasındadır. Elde edilen lifler %8-12 rutubet derecesine gelinceye kadar kurutulur. Kurutulan lifler mekanik ve havalı serme işlemi yapılarak, %8-11 oranında tutkal karıştırılarak levha taslağı oluşturulur. Oluşturulan levha taslakları sıcak preste preslenmesi suretiyle lif levha elde edilir. Lif levhalar kullanılacakları yerlere göre suya karşı dayanım kazandırmak ve mekanik etkilere karşı korumak amacıyla reçine, parafin, kömür katranı gibi maddelerle modifiye edilebilir.

Doğal olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninin oluşturduğu bağlar bulunmadığından levhaların üretiminde %8-11 oranında üre formaldehit yapıştırıcı kullanılır. Özgül ağırlıkları  $600-850 \text{ kg/m}^3$  arasında olup, son zamanlarda 1,5-60mm'ye kadar kalınlıklarda üretim yapılabilmektedir. Genelde masif malzeme gibi kolay işlenebilmesinden dolayı mobilya, dekorasyon işlerinde çok tercih edilmektedir. Yer kaplamaları (flooring) için üretilen parkeler de HDF yani yüksek yoğunlukta ( $850-1000 \text{ kg/m}^3$ ) lif levha üretimi oldukça yaygınlaşmıştır. Ayrıca bunların E1 kalitede, aşınmaya ve çizilmeye karşı mukavemetli, rutubete ve yangına karşı dayanıklı olacak şekilde modifiyeli olarak üretilen çeşitleri de bulunmaktadır (Eroğlu, 1988 ).

#### 1.1.1.2. *Lif levhanın Kullanım Alanları*

Mobilya endüstrisinde genellikle orta MDF kullanılmaktadır. Orta yoğunluktaki lif levhalar homojen bir yapıya sahip olup masif ahşap malzemenin istenilen özelliklerini devam ettirirler (Özen, 1996).

Orta yoğunlukta lif levhanın üretimi ve kullanım alanı sürekli artmaktadır. MDF Avrupa’da çoğunlukla mobilya endüstrisinde ve laminat parke üretiminde kullanılırken kuzey Amerika’da ise yapısal amaçlı olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde ise genellikle mobilya endüstrisinde, laminat parke (HDF), kapı ve profil üretiminde kullanılmaktadır. MDF kapı üretiminde, profil üretiminde, kapı pervazı ve kanadı üretiminde, iç dekorasyon malzemesi olarak, prefabrik ev yapımında, geleneksel mobilya endüstrisinde tavan ve taban döşemesi, kapı yüzü üretiminde, ara bölme malzemesi, dış cephe kaplaması gibi çok çeşitli kullanım alanlarına sahiptir.

### 1.1.2. **İnorganik Mineraller (Dolgu Maddeleri)**

#### 1.1.2.1. *Kaya Tuzu (NaCl)*

Kimya sanayinde çok geniş anlamda kullanılan tuz “NaCl” sembolü ile ifade edilmektedir. Kübik sistemde kristalleşen tuz, “Na” ve “Cl” iyonlarından oluşur, saf halde iken yaklaşık %40 sodyum, %60 klordan meydana gelir. Yüksek basınç altında plastik özellik gösteren tuzun sertliği 2-2,5 olup, özgül ağırlığı 2,1-2,55 gr/cm<sup>2</sup> arasında değişir. Erime noktası 800 °C, kaynama noktası ise 1412 °C dir. Genellikle renksiz, üretildiği şekliyle rengi gri, sarı, kırmızı hatta mavi ve yeşil olabilir. Ekonomik bir değer taşıyan tuz kaynakları katı ve sıvı olarak ikiye ayrılmaktadır. Tuz sıvı halde denizlerde, göllerde, tuzlu su kaynaklarında ve tuzlu su kuyularında bulunmakta olup katı halde kaya tuzu şeklindedir (Anonim 2018a).

Ülkemizde beş kaya tuzlasında kapalı madencilik yöntemiyle tuz üretimi yapılmaktadır. Üretim yöntemi oda topuk olup, kullanılan teknoloji çok eskidir. Oda ve topuk'ların boyutu iş emniyeti ve cevherin ekonomik bir şekilde kazanılması için 10x10 ve 8x8 m boyutlarında bırakılmıştır. Yükseklik ise 6 metredir. Göl tuzlarımızda talebi karşılayacak kadar üretim yapıldığından işletmeciliği daha masraflı bulunan maden tuzlarımızı kapasite artırıcı yatırım götürülmesi şimdilik düşünülmemektedir.

Üretilen kaya tuzunun %95’inden fazlası kimya sanayinde ve %3’ünde sofr tuzu olarak kullanılmaktadır. Kaya tuzu en fazla tüketimi kireçtaşı ile işlenmesinden elde edilen

$\text{Na}_2\text{CO}_3$  bileşimli ‘Soda Külü’ yapımında gerçekleşmektedir. Ayrıca kömürlerden kükürdün temizlenmesi, seramik yapımı, tarım ilaçları, alçı yapımı ve zeolitlerin yeniden kullanılabilir hale getirilmesi gibi alanlarda kaya tuzundan faydalanılmaktadır. Türkiye’de tuz üretiminin %28’i İzmir-Çamaltı’nda deniz suyundan, %64’ü Tuz Gölü, Seyfe Gölü ve Palas Gölü’nden, kalanı da kaya tuzu yataklarından yapılmaktadır. Türkiye’de önemli kaya tuzu yatakları Çankırı, Nevşehir-Gülşehir ve Yozgat-Sekili’de bulunmaktadır. Türkiye’nin kaya tuzu rezervi aşağıdaki Çizelge 1.1.’de belirtilmiştir (Çamlıbel, 2012).

Çizelge 1.1. Türkiye’nin kaya tuzu rezervi (Çamlıbel 2012).

Adı	Yeri	Muhtemel Rezerv (MT)
Serikli	Yozgat	300
Çankırı	Çankırı	358
Gülşehir	Nevşehir	959
Tepesidelik	Kırşehir	20
Tuzluca	Kars	100
Kağızman	Kars	60
Oltu	Erzurum	30
<b>Toplam</b>		<b>1827</b>

\*MT:milyon ton

#### 1.1.2.2. Kalsit (Kalsiyum Karbonat, ( $\text{CaCO}_3$ ))

Halk arasında kireç ve kireç taşı olarak bilinir. Kimyasal bileşiktir. Kimyasal formülü  $\text{CaCO}_3$ ’dür. Kalkerin sertlik derecesi 3, özgül ağırlığı  $2,5-2,7 \text{ gr/cm}^3$  arasındadır. Kireç en az %90 kalsit içeren kireç taşının kireç fırınlarında  $900-1000^\circ\text{C}$  üzerinde kalsinasyonu sonucunda kalsiyum okside dönüşmesiyle elde edilir. Kalsit kağıt, mürekkep, plastik, elektronik, optik, seramik, metalurji, eczacılık gibi çeşitli endüstrilerde dolgu malzemesi olarak kullanılmaktadır (Sorrentino, Berardini, Capozzoli, Amitrano ve Iannace, 2009; Beskova, Starkova, Sarka, Gojny ve Bubnik, 2009). Günümüzde, termoplastikler de kullanılan dolgu malzemelerinin %80’inden fazlası kalsittir. (Matahwa, Ramiah ve Sanderson, 2008; Sahebian, Zebarjad, Khaki ve Sajjadi, 2009). Dolgu malzemesi kullanmak maliyeti önemli ölçüde azaltmaktadır. Bugün dünyada tüketilen kalsit miktarı yaklaşık yıllık 4,5 milyar ton seviyesindedir. Kalsit günümüzde endüstride (demir çelik, gübre, karpit, soda, petrokimya, şeker, cam, madencilik), yapı malzemesi (biriket, gaz beton, çimento sanayi), yapı (yol stabilizasyonu, harç), çevre (su arıtma, çamur arıtma, de sülfürizasyon) ve tarım (gübre, hayvan yemi) alanında kullanılmaktadır. Türkiye kalsit yatakları aşağıdaki Çizelge

1.2’de belirtilmiştir.

Çizelge 1.2. Türkiye kalsit yatakları ve rezerv miktarı (Çamlıbel, 2012)

Yer	Muhtemel Rezerv (Ton)	Yer	Muhtemel Rezerv (Ton)
Adana	117.000.000	Kastamonu-Küre-İnebolu	550.000.000
Adana-Karaisalı	13-14.000.000	Konya-İlgin -Sarılar	26.000.000
Ağrı	100-150.000.000	Konya -Bozkır-Kızıl çayır	Reverv Bol
Ankara	11.337.500	Konya-Beyşehir-Yeşil dağ	410.000.000
Bolu-Gerede	5.000.000	Malatya-Hekimhan	150.000.000
Bursa-Gemlik	38.092.902	Sivas	1500.000.000
Diyarbakır-Hani	30-40.000.000	Sivas-Koyulhisar	125.000.000
Elazığ-Çipköy	156.000.000	Sivas Tecerköy	400.000.000
Gaziantep	40.000.000	Sivas Yıldızeli	37.500.000
İçel-Kışlaköy	80.000.000	Tokat Niksar	1.500.000
İçel Silifke	8-10.000.000	Trabzon	3.5-4.000.000
Isparta	30.000.000	Yozgat Şefaati	168.000.000

#### 1.1.2.3. Boraks Pentahidrat ( $Na_2B_4O_7 \cdot 5H_2O$ )

Bu yüzyılın en önemli madenleri arasında yer almaktadır. Bor rezervinin yarısından fazlası Türkiye’de bulunmaktadır. Bor, nükleer sanayiden uzay araçlarına, gübre sanayisinden ilaç sanayine, kimya sanayinden otomotiv sanayine kadar 400’ü aşkın alanda kullanılmaktadır. Dünyanın en stratejik madeni olarak kabul edilmektedir.

Türkiye; Dünya bor rezervlerinin %72’ine sahip ve üretiminin %32’sini gerçekleştirmektedir. Türkiye dışındaki ülkelerde bor rezervlerinin ömrü 50 yıldır. Türkiye tüm Dünya’nın 450-500 yıllık ihtiyacını karşılayabilecek Bor rezervlerine sahip konumdadır. Eti Holding A.Ş. aracılığı ile Bor madenleri, Burhaniye’den Savaştepe’ye, Susurluk’tan Dursunbey’e, Bigadiç’ten Sultançay’ına, Bursa Kestelek’ten Sındırğa’ya, Kütahya Emet’den Eskişehir Kırka’ya kadar 1 milyon 700 bin hektarlık bir bor maden rezerv alanı kamulaştırılmıştır. Bu alanlardaki Bor rezervleri yaklaşık 2.5 milyar tondur. Türkiye Bor madenlerinin ihracatının %50’sini ham madde halinde, %50’sini işlenmiş olarak satmaktadır (Çamlıbel, 2012).

### *Boraks Pentahidrat'ın Özellikleri*

Bor türevleri tesisi boraks pentahidrat, boraks dekahidrat ve susuz boraks üretimi yapacak şekilde projelendirilmiş olmasına karşın halen yalnızca boraks pentahidrat (Etibor-48) üretimi yapılmaktadır. Zaman zaman da susuz boraks üretimi yapılmaktadır. Üretilen boraks pentahidrat'ın özellikleri şu şekildedir (Anonim, 2018b).

Ürün Adı: Boraks Pentahidrat

Kimyasal Formülü:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7\cdot 5\text{H}_2\text{O}$

Yoğunluğu:  $1,880 \text{ gr/cm}^3$

Aşındırıcılığı: Yüksek

Bazık yapıda rombohedral kristalli, tinkalkonit olarak da adlandırılan bir bor bileşiğidir. Sulu çözeltilerde  $60,8^\circ\text{C}$  nin üzerinde hızla kristalleşme özelliğine sahiptir (Anonim, 2018b; Çamlıbel, 2012). Dünyadaki önemli bor yatakları Türkiye, Rusya ve ABD'de olup dünya ticari bor rezervleri 4 bölgede toplanmaktadır. Bunlar; ABD Kaliforniya Eyaletinin güneyinde yer alan "Mojave Çölü", Güney Amerika'da yer alan "And Kemerı", Türkiye'nin de yer aldığı "Güney-Orta Asya Orojenik Kemerı" ve Doğu Rusya'dır. Dünya bor rezervlerinin dağılımı Çizelge 1.3'de gösterilmiştir (Anonim, 2018c).

Çizelge 1.3. Dünya bor rezervlerinin dağılımı (Anonim, 2018c).

Ülke	Tolam rezerv (Bin ton)	Toplam rezerv (%)
Türkiye	953.300	72,8
Rusya	100.000	7,6
A.B.D.	80.000	6,1
Çin	47.000	3,6
Şili	41.000	3,1
Sırbistan	24.000	1,8
Peru	22.000	1,7
Bolivya	19.000	1,5
Kazakistan	15.000	1,1
Arjantin	9.000	0,7

#### 1.1.2.4. *Talk* ( $3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$ )

Talk, sulu bir magnezyum silikat olup, teorik formülü  $3\text{MgO}_4\text{SiO}_2\text{H}_2\text{O}$ 'dur. İdeal bileşiminde %63,5  $\text{SiO}_2$ , %31,7  $\text{MgO}$  ve %4,8  $\text{H}_2\text{O}$  ihtiva eder. Beyaz, yeşilimsi şeffaf renklerde, kaygan, masif görünümlü ve yumuşaktır. Sertliği Mohs cetveline göre 1-1.5 arasında değişir. Yoğunluğu  $2,6-2,8 \text{ gr/cm}^3$  arasındadır. Kristal şekli monoklinikdir.

Talkın ısı ve elektrik iletkenliği zayıftır fakat ateşe dayanıklıdır. Yüksek sıcaklıklarda ısıtıldığında sertleşir, katılaştır. Asitlerle bozulmaz (Anonim, 2018d; Çamlıbel, 2012).

#### *Talkın Fiziksel Özellikleri*

Renk: Yeşil, gri ve gümüşe yakın beyaz.

Parlaklık: Buzlu veya yağlı gibi donuktur.

Saydamlık: Kristalleri yarı şeffaftır, kütle opaktır.

Kristal Sistemi: Monokliniktir (2/m.).

Kristal Davranışı: Genellikle talk kompakt yada yaprak şeklinde kütlelerde bulunur.

Kuarz, pyroksen, alivin ve ampibol gibi diğer kristallerin sahte şeklini alır.

Yarılım: Bir yönde mükemmeldir.

Sertlik: 1'dir.

Özgül Ağırlık (Ortalama): 2,7-2,8'dir.

Damar: Beyazdır.

#### *Üretim Yöntemi ve Teknoloji*

Dünya' da ve yurdumuzda talk üretimi hem açık hem de kapalı işletmeler şeklinde yürütülmekte ancak kaliteli talk yataklarında damar boyunca galeri açılarak talk üretimi yapıldığı da bilinmektedir. Geleneksel patlatma metotları da kullanılarak yapılan kazı işlemleri ile çıkarılan hammadde, kalifiye işçiler tarafından kaba bir ayırma tabi tutularak stoklanıp parça cevher olarak satılır. Ya da ileri talk ürünler (mikronize veya ultra mikronize) eldesi yoluna gidilir (Anonim, 2018d).

Dünyada parça cevherin işlenerek ileri talk ürünleri elde edilmesinde; köpük flatasyonu, sedimentasyon, hidrosiklondan geçirme, hava ve yağ manyetik seperetasyon, santrifüj boylaması, sprey kurutma ve yağ öğütme teknikleri uygulanmaktadır. Talkta aranılan özellik çok beyazlık olduğundan hiçbir şekilde rengi bozulmamalıdır. Özel isteklere karşı bazı kırıcı ve öğütücüler kullanıldığı bilinmektedir. Örneğin kağıt dolgusu ve kaplama sanayii 5 mikrondan daha ince tane boyu istendiğinde mikronize öğütme usulü kullanılmalıdır (Anonim, 2018d). Aşağıdaki Çizelge 1.4'de Talk minerallerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı verilmiştir.

Çizelge 1.4. Talk minerallerinin bulunduğu yer ve rezerv miktarı (Çamlıbel, 2012).

Sıra	Bulunduğu yer	Rezerv miktarı (Ton)
1	Bolu-Mudurnu-Dereköy Gözlükbaşı	500 (a+b)
2	Balıkesir-Kepsut-Örenli	20.250 (c)
3	Balıkesir-Erdek-Kızaklıköyü	5.000 (a) 15.000 (b)
4	Balıkesir-Erdek-Yanaçiftliği	800 (a) 500 (b)
5	Balıkesir-Erdek-Rahmimerası	1.000 (b)
6	Eskişehir-Biçer	10.000 (b)
7	Eskişehir-Mihaliççik-Sazak	400.000 (c)
8	Sakarya-Sapanca-Nailiye	6.200(a)
9	Sivas-Örencik	44.296(a) 150.310 (b)

a: görünür rezerv b: muhtemel rezerv c: mümkün rezerv

### 1.1.3. Suni Reçine Plakaları (Laminatlar)

Yapay reçine sıvısı emdirilmiş kağıtların üst üste konulması ve sıcak preslerde sıkıştırılmasıyla üretilen levhaya suni reçine plakası denir. Suni reçine plakaları eskiden formika, günümüzde ise laminat ismi ile bilinmektedir. Bu laminat plakalar formika plakalara göre daha ince, kullanışlı ve kalitelidir. Suni reçine plakası yapımında kullanılan kağıtların ana maddesi selülozdur. Suni reçine olarak fenol, melamin ve polyester reçineleri kullanılmaktadır (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

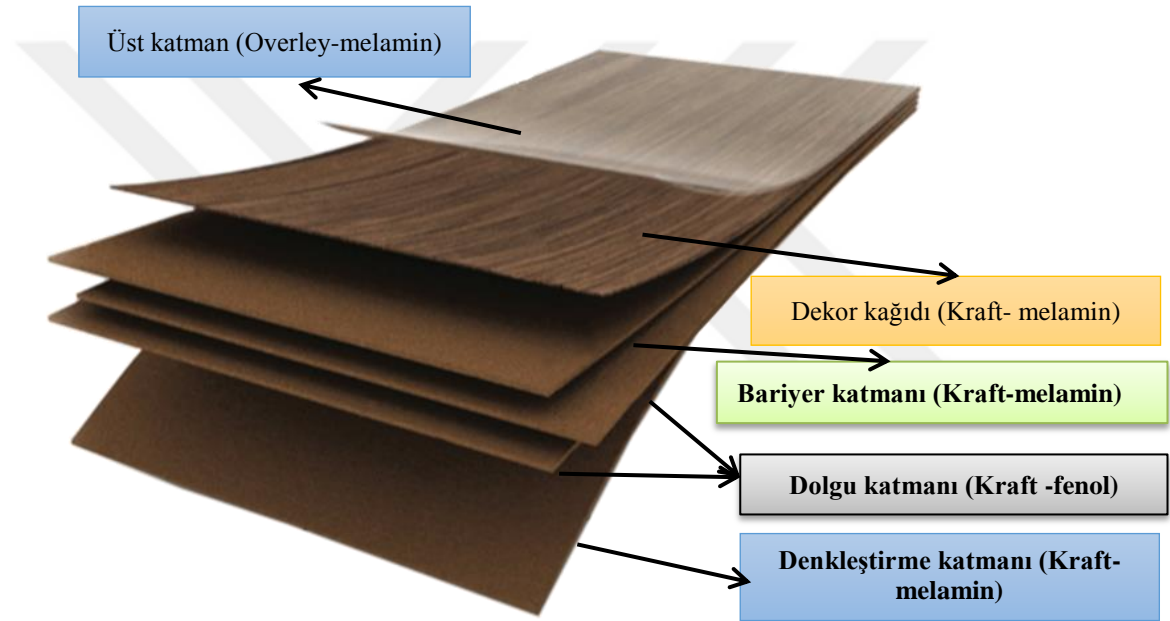
Yatay düzlemde kullanılmaya elverişli preslenmesi esnasında reaksiyonunu tamamlamış, şekillenme özelliği olmayan 0,5–1,5 mm kalınlığı olan suni reçine plakalarıdır. Bükülmeye gerek duyulmayan düz zeminlerde kullanılırlar. Standart laminatlar, ortalama 20°C sıcaklıkta %50–60 rutubette iki yıla kadar muhafaza edilebilecek düzeyde dayanıklılık gösterirler (Gentaş, 2001; Karayılmazlar ve Aşkın, 2001).

#### 1.1.3.1. Fenol ve Melamin Reçinesinden Üretilen Laminatlar

Laminat üretiminde kullanılan fenol ve melamin reçineleri taş kömürü, hava ve sudan yararlanılarak kimyasal yollarla polikondensleşme ile üretilmektedir (Şanıvar ve Zorlu, 1980). Reçinelerin oluşumu tamamlanmamıştır. Toz veya sıvı haldeki reçinede, stabilizatör yardımıyla, kondensleşme belirli bir aşamada durdurulmaktadır. Buna “yarı kondensleşme” denir. Uygun bir katalizör veya sıcaklık yardımı ile, kimyasal tepkime, tekrar başlatılarak kağıtların emdiği reçine, sıcaklık ve basınç etkisiyle tekrar tepkimeye girerek kondensleşme olayı devam ettirilmektedir. Reçinenin molekül yapısı değişir.

Kağıtların liflerine giren reçine; hem lifleri sertleştirir, hem de onları birbirine kaynaştırır. Ağ yapılı, büyük moleküllerden oluşan sert bir katman meydana gelir. Bu olay dönüşümsüzdür. Elde edilen laminat yeniden yumuşatılamaz. İçindeki reçine, hiçbir şekilde eritilip yeniden sıvı hale getirilemez (Burdurlu, 1994).

Bu üretimde laminatın orta katmanlarında kraft kâğıdı ve fenol formaldehit reçinesi kullanılır. Laminatın görünen yüzünde ise; dekoratif desen baskılı (ağaç veya başka bir desen) veya tek renkli kağıt ve tümüyle şeffaf overlay kağıdı kullanılmakta olup, bu iki kağıda ısıya son derece dayanıklı ve sert bir yapay reçine olan melamin formaldehit emdirilir (Burdurlu, 1994). Laminatı oluşturan kağıt katmanlar Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 0.1. Laminatı oluşturan katmanlar.

### 1.1.3.2. Polyester Reçinesinden Üretilen Laminatlar

Suni reçine kaplaması üretiminde kullanılan polyester reçine, oluşumunu henüz tamamlamamış durumdadır. Suni reçine kaplamalarının üretiminde kağıtlara emdirilmek üzere hazırlanan polyester, stiroil adlı sıvıda eritilir. Kimyasal tepkime ile sertleşir. Duroplastikler grubundandır. İçerisine katılan sertleştirici ve hızlandırıcı adı verilen gereçler aracılığı ile tepkimeye girer. Oluşumunu tamamlamamış durumdaki polyester reçineyi sertleştirecek tepkimenin yeniden başlatılması, bu katalizörle sağlanır. Tepkimeye polimerleşme adı verilir (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Polyester suni reçine sıvısı emdirilmiş kâğıtların, üst üste konulup preslerde belirli sıcaklıkta sıkıştırılması yöntemi ile üretilen levhalar 0,6-0,8 mm arasında değişir, ucuz ve pahalı olmak üzere iki gruba ayrılır (Şanıvar ve Zorlu, 1995) .

#### 1.1.3.3. Yüksek Basınç Laminatları (HPL)

Yüksek basınç laminatı, sıcaklıkta sertleşen reçine ile doyurulmuş ve  $5 \text{ N/mm}^2$ 'den daha az olmamak üzere basınç uygulanarak üretilmiş, bir veya iki yüzeyine dekoratif renk ve desen oluşturulmuş lifli levhalardır. Reçine emdirilmiş bu tabakalar,  $170^\circ\text{C}$  sıcaklık ve  $100\text{-}120 \text{ kp/cm}^2$ 'lik basınç altında 60 - 90 dakika süreyle preslenirler (Burdurlu 1994). Yüksek basınçlı laminat üretiminde laminat kalınlığı dolgu katmanı ile ayarlanmaktadır. Dolgu katmanını oluşturulmasında dayanıklılığı nedeniyle kraft kâğıdı kullanılmaktadır. Laminata esneklik kazandırmak için kraft kâğıdına fenol reçinesi emdirilmektedir.

Açık renkli laminatlarda, dolgu katmanının koyuluğu, açık renkli dekor ve üst katmanın rengini bozabilir. Bu sakıncayı önlemek için, dolgu katmanını oluşturan en üst katmanın üzerine beyaz renkli kraft kâğıt konur. Bu katman, “Astar Katman” ya da “Bariyer” olarak adlandırılır. Koyu renkli ve desenli laminatlarda bu katman kullanılmayabilir (Burdurlu, 2000).

Dekor katmanı, laminatın renk ve desenini oluşturmaktadır. Yüzey; düz renkli, desenli olabilir. Renk ve desen oluşumundan sonra, kâğıda, melamin reçinesi emdirilir. Parlak ve düz renkli laminatlarda, yüzey, düzgün ve pürüzsüzdür. Ağaç desenli laminatlarda, ağaç yapısına bağlı olarak, yüzey mat ve gözenekli olabilir (Burdurlu, 2000). Laminatta yüzeyi ve deseni korumak amacıyla yüzeye overlay kâğıdı ile koruyucu katman oluşturulur. Bazen maliyeti ucuzlatmak amacıyla bu katman uygulanmaya bilir ancak bu da laminatın dış etkilere (aşınma) karşı dayanımını azaltır (Burdurlu, 2000).

Yüksek ısı ve basınç nedeniyle molekül yapının bütünlemesi çok iyi bir şekilde sağlandığından, bilhassa sağlık kurumların ana şartı olan hijyenik olma özelliğine sahiptir. Üretim yöntemi nedeniyle kalitesi kalınlığı ile doğru orantılı değildir. Yüksek basınç laminatları ile kaplanmış levhalar, normal laminatlarla kaplanmış levhalara oranla daha sert ve dayanıklıdır. Uygun tutkal türü ile levha yüzeylerine yapıştırılırlar. Bunlar masa - lavabo üstlerinde, mobilya ve dolap üretiminde kullanılmaktadır. Yüzey aşınmasına, suya, kaynar suya, darbelere, patlamalara, kazınma, lekelenme, sigara yanıklarına, rutubete, asit ve bazlara karşı dayanıklıdır (Örs ve Keskin, 2001).

#### 1.1.3.4. Rulo Bobin Laminatları

Rulo laminatları, reçine emdirilmiş kağıtların karşılıklı iki silindir tarafından döndürülen bantlar arasından 170 °C sıcaklık ve 25-50 kp/cm<sup>2</sup> lik basınç altında 60 saniyelik bir sürede geçirilerek, soğutma operasyonundan sonra bobinlere sarılırlar. Piyasaya genellikle 120 cm genişlik, 50 m uzunluk ve 0,6-0,8 mm kalınlıklarda silindir biçiminde sarılmış levhalar halinde arz edilir. Kenar yapıştırma için hazırlanmış dar bant şeklinde olanları da vardır. Bu ürünler; melamin, polyester veya fenolik reçinelerle empenye edilmekte ve uygun tutkal ile levha yüzeylerine yapıştırılmaktadır (Örs ve Keskin, 2001).

#### 1.1.4. Doğal Ahşap Kaplamalar

Ahşap kaplama, tomruktan biçme, kesme ve soyma yöntemiyle üretilen kalınlığı 0,5 mm'den 8 mm'ye kadar değişen ince levhalardır (Özen, 1979). Kaplama levhaları, yoğunluğu 0,4-0,65 g/cm<sup>3</sup> olan tomruklardan ağaç türü, tomruk boyutları, istenilen desen ve kullanım amacına göre soyma, kesme ve biçme yöntemleri ile elde edilir (Özen, 1979).

Günümüzde düşük nitelikli lif levha veya sunta gibi sun'i ahşapların yüzeyleri doğal ağaçlardan elde edilmiş kaplama levhaları kullanılarak kaplanır. Kaplama işlemleri renk birlikteliği ve desen birlikteliği, sağlamak amacıyla yapılmaktadır. Ayrıca değerli Ağaçların efektif kullanımı sağlanmaktadır. Farklı olarak da bazı özel işlerde kaplamaların lif yönleri ve desenleri kullanılarak farklılıklar ve şekiller elde edilebilir. Bu sayede ışık açısının oluşturduğu farklılıklardan yararlanılarak malzemenin değeri artırılabilir (Özen, 1979).

Kutu mobilyaların yüzeylerinin kaplanması için üretilen kaplamalar genellikle kesme yöntemiyle elde edilen kaplamalardır. Kutu mobilya üretiminde kesme yöntemiyle elde edilen kaplamaların tercih edilmesinin sebebi bütün yüzeylerde desen ve doku birlikteliğini sağlamaktır. Ayrıca bu yöntem ile üretilen kaplamalarda, malzemenin radyal ve teğet kesitinden elde edilen iki farklı desen ve dokuda yüzey kaplamaları üretilir.

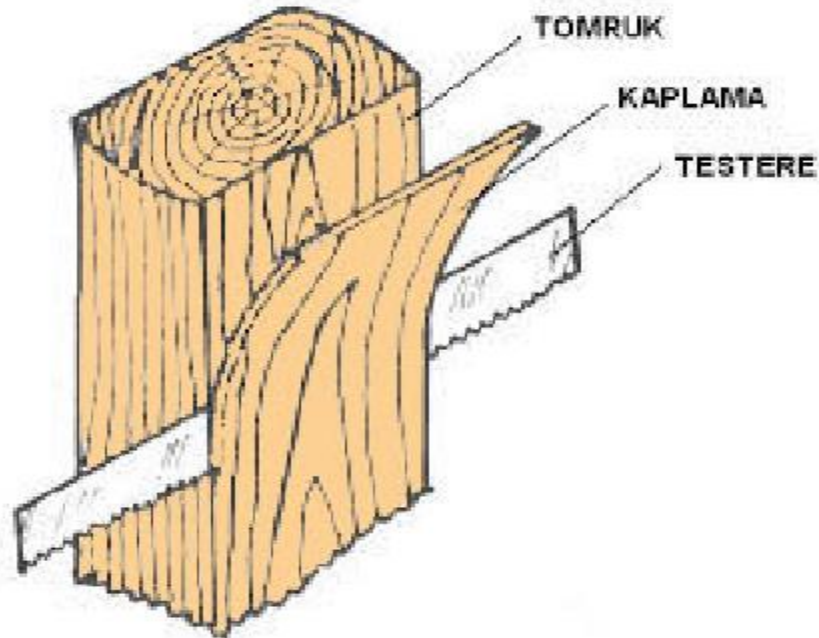
Kaplamalar birçok estetik ve ekonomik nedenlerden dolayı tercih edilmekte ve kullanılmaktadır.

- Dekoratif geniş yüzeyler ancak kaplamaların uygun yöntemler ile yan yana eklenmesiyle hazırlanır.
- Uygun ağaç cinslerinden üretilmiş, bükme ve eğme mobilyaların yüzeyi değerli ahşap kaplamalar ile kaplanarak estetik değerleri artırılır.
- Güzel tekstürlü ağaçların bol miktarda bulunmaması sebebiyle bunlardan üretilen kaplamalar levha yüzeyine kaplanarak güzel görünümlü kaplamalar üretilir.
- Levha yüzeylerine kaplanarak hem estetik değerleri artırılır, hem de levha direnci artırılmış olur (Özen, 1979).

#### 1.1.4.1. Kaplama Elde Etme Yöntemleri

##### *Biçme Yöntemi*

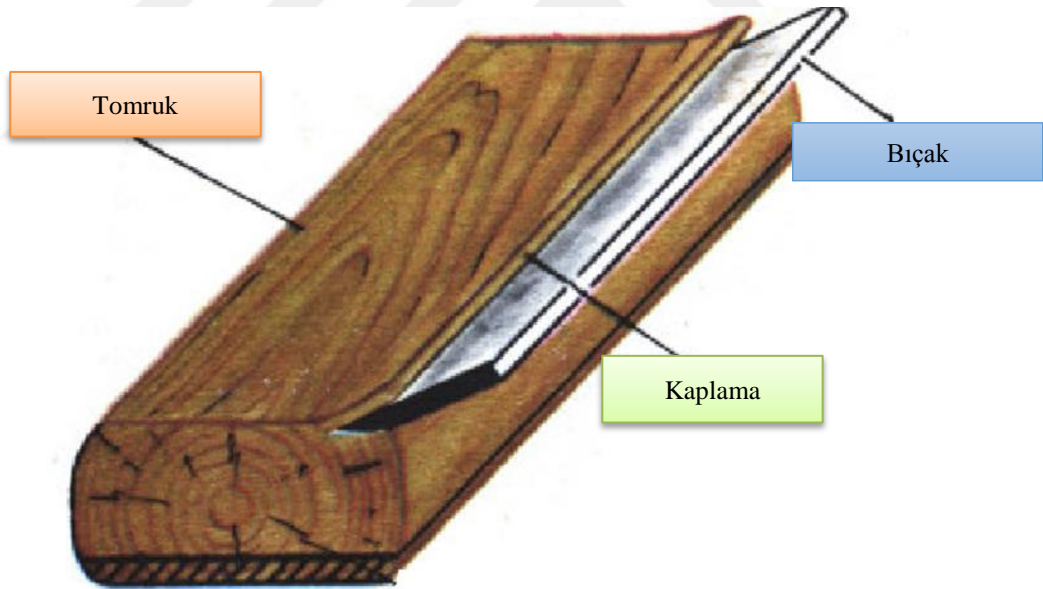
Şerit testerele özel biçme makinelerinde biçilerek elde edilen ve kalınlıkları 1-1,2 mm arasında olan kaplamalardır. Bu yöntemle biçilen tomruklar nem ile dolgunlaştırılmadığından tanenli ağaçlardan kaplama elde edilmesinde tercih edilir. Ağaçtan biçilen kaplama renk değiştirmez, kaplama çatlakları oluşmaz, tutkallama sırasında yüzeye tutkal çıkmaz. Ancak fire oranı %100-200 olduğundan çok pahalı bir yöntemdir. İnce plakalar elde edilemediği için desen beraberliği sağlanamaz simetrik desenler de oluşturulamaz. (Bozkurt ve Göker, 1981; Burdurlu, 1994; Örs ve Keskin, 2001; Anonim, 2018e).



Şekil 1.2. Biçme yöntemi (Anonim, 2018e).

### *Kesme (Dilme) Yöntemi*

Özel kaplama kesme (dilme) makineleri ile 0,6-1,2 mm kalınlığındaki kaplama elde etme metodudur. Kaplaması alınacak tomruklar önce ıslatma havuzlarında ıslatılarak yumuşatılır. Neme doygunlaştırılan kütükler makineye yatay şekilde bağlanır. Kütük uzunluğunda ve 30 cm genişliğinde bir bıçak vasıtasıyla kaplama kesimi yapılır. Bıçak her gidip geldiğinde makina kütüğü kaplama kalınlığı kadar yükselterek kesim işlemini devam ettirir. Kesilen kaplamalar kesim sırasına göre istiflenip kurutulur. Kurutulan kaplamalar kenarları düzeltilerek her kütükten kesilen ayrı ayarı paketlenerek satışa sunulur. Bu yöntemle elde edilen kaplama renk ve desen birlikteliği sağlar maliyeti ucuzdur. Ancak kaplama elde edilmesi sırasında aşırı nemlenmeden dolayı renkte koyulaşma, kesim sırasında da küçük çatlaklar oluşabilir, bu da presleme sırasında yüzeye tutkal sızmasına neden olabilir. Genel olarak mobilya endüstrisinde en çok tercih edilen kaplama çeşididir (Bozkurt ve Göker 1981; Burdurlu, 1994; Örs ve keskin 2001; Anonim 2018f).



Şekil 1.3. Kesme (dilme) yöntemi (Anonim, 2018e).

### *Soyma yöntemi*

Bu yöntemde kaplama elde edilecek tomruklar kesme yönteminde olduğu gibi sıcak su havuzlarında belli bir süre yumuşatılır. Yumuşatılan tomruklar merkezlenerek kaplama soyma makinasına bağlanır. Kaplama kalınlığı ayarlanarak orta kısımda 8-10 cm kalıncaya kadar soyularak tomruk boyunda ve çok uzun boyutlarda kaplama elde

edilebilir. Bu yöntemle elde edilen kaplamalar genelde kontrplak sanayinde ve laminasyon işlerinde kullanılır ve elde edilen kaplamaya papel adı verilir. Bu yöntemle çok büyük boyutlarda kaplama elde edilebilir, fire oranı az olduğundan maliyeti düşüktür. Ancak kaplamada desen birlikteliği olmaz renginde değişimler olabilir. Kaplamalar yuvarlak soyulduğundan dolayı düzeltildiğinde çatlaklar oluşabilir. (Bozkurt ve Göker, 1981; Burdurlu, 1994; Örs ve Keskin, 2001; Anonim, 2018e).

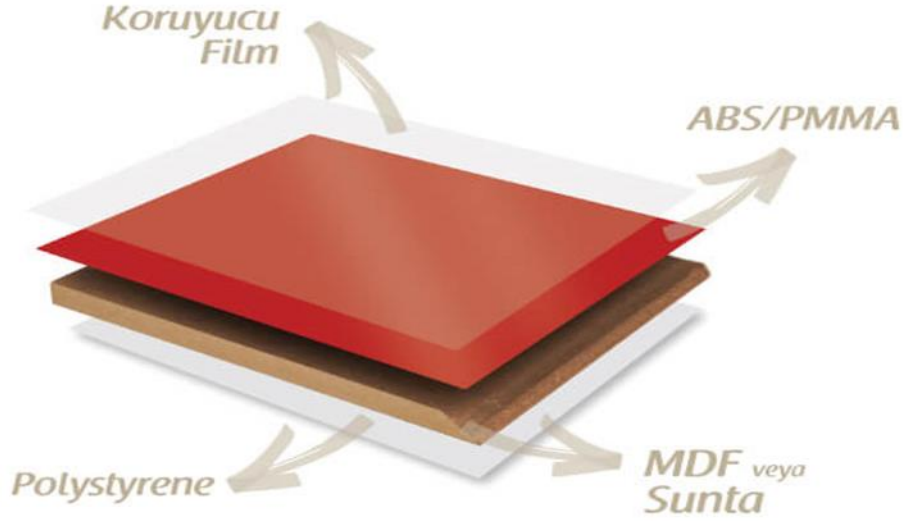


Şekil 1.4. Soyma kaplama yöntemi (Anonim, 2018e).

### **1.1.5. Akrilik Kaplamalar**

#### *1.1.5.1. Akrilik Panel Katmanları*

ABS (Akrilonitril Bütadien Stiren) sert bir polimerdir. Kimyasal formülü  $C_8H_8 \cdot C_4H_6 \cdot C_3H_3N$  şeklindedir. ABS'nin içerdiği madde oranları %20 akrilonitril %20 bütadien %60 stiren şeklindedir ve bu oranlar malzemenin karakteristiklerini meydana getirmektedir. Bütadien, malzemeye elastiki özellik kazandırarak darbe mukavemetini arttırmaktadır (Anonim, 2018h).



Şekil 1.5. Akrilik panel katmanları (Anonim, 2018j)

Akrilik PMMA, metil metakrilatın polimerizasyonu ile üretilen bir polimerdir. Polimerin optik özellikleri çok iyidir ve cam şeffaflığına yakın olup ışığın %92 sini geçirir. Ayrıca; sert, atmosfer koşullarına dayanıklı, su absorpsiyonu düşük, boyutsal kararlılığı iyi ve mekanik dayanımı yüksektir (Anonim 2018k).

ABS ve PMMA katı granül halde iken iki ayrı potada eritilir ve içlerine boya katılarak renklendirilirler. Belli kıvama getirildikten sonra silindirler arasından altta ABS üstte akrilik PMMA istenilen kalınlıkta geçirilerek birbirine lamine edilirler. Oran toplam kalınlığın %10'u Akrilik PMMA'dır. Toplam kalınlık açık renklerde 0,7 mm koyu renklerde 0,9 mm ve antrasit simli renklerde ise 1,1 mm ye kadar yükselir. Silindirler arasından istenilen kalınlıkta birleştirilmiş olan (ABS+PMMA) üretim bandındaki kurutma, parlatma ve çizilmezlik özellikleri kazandırılır. Çizilmezlik katsayısı olarak 3-4 H değerli paneller hassas yüzeyli, 5 H üstü değerler ise çizilmez akrilik paneller olarak üretilmektedir (Anonim, 2016k).

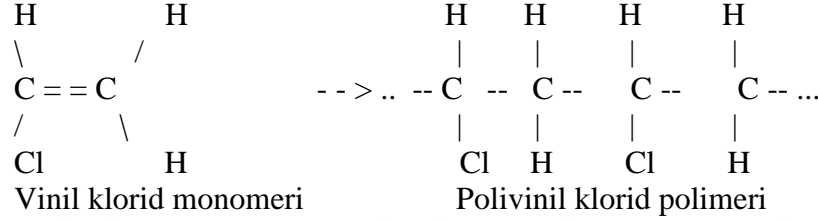
#### **1.1.6. Polivinil Klorür (PVC) Kaplamalar**

Polivinil klorür 19. yüzyılda iki farklı halde, 1835'te Henri Victor Regnault ve 1872'de Eugen Baumann tarafından bulunmuştur. B.F. Goodrich 1926'da, şirketinden Waldo Semon PVC'yi farklı katkı maddeleri ile karıştırıp, pratikleştirme metodu geliştirmiştir. Bundan sonra işlenebilir ve esnek bir madde haline gelen PVC ticari anlamda kullanılır hale gelmiştir (Kayış, 2016).

Petrolün türevlerinden olan etilenin, klorlu ortamdan geçirilmesi ile elde edilen

vinilklorür monomerlerinin uygun katalizör kullanılarak çok sayıda vinilklorür monomerleri bir araya getirilmesi ile PVC elde edilir (Aslan, 2008; Kayış, 2016)

Polivinil klorid, monomer haldeki vinil kloridin polimerizasyonu ile üretilir. PVC sert bir plastik olup, daha yumuşak ve daha esnek hale getirmek için plastikleştiriciler ilave edilir (Aslan, 2008).



Şekil 1.6. Polivinil klorid (Aslan, 2008).

Polivinil klorür oldukça geniş kullanım alanı olan bir plastiktir. Dünya’da PVC’nin %50 den fazlası ucuz ve kolay monte edilebilir olmasından dolayı yapı sektöründe kullanılır. İdeal yapı ve kaplama malzemesi olmasına rağmen çevre ve insan sağlığı açısından sakıncaları olduğu düşünülmektedir. Plastikleştirme metodu ile üretilen esnek PVC türlerinden olan PVC folyolar ise MDF, yonga levha ve birçok ahşap sektöründe kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır (Kayış, 2016).

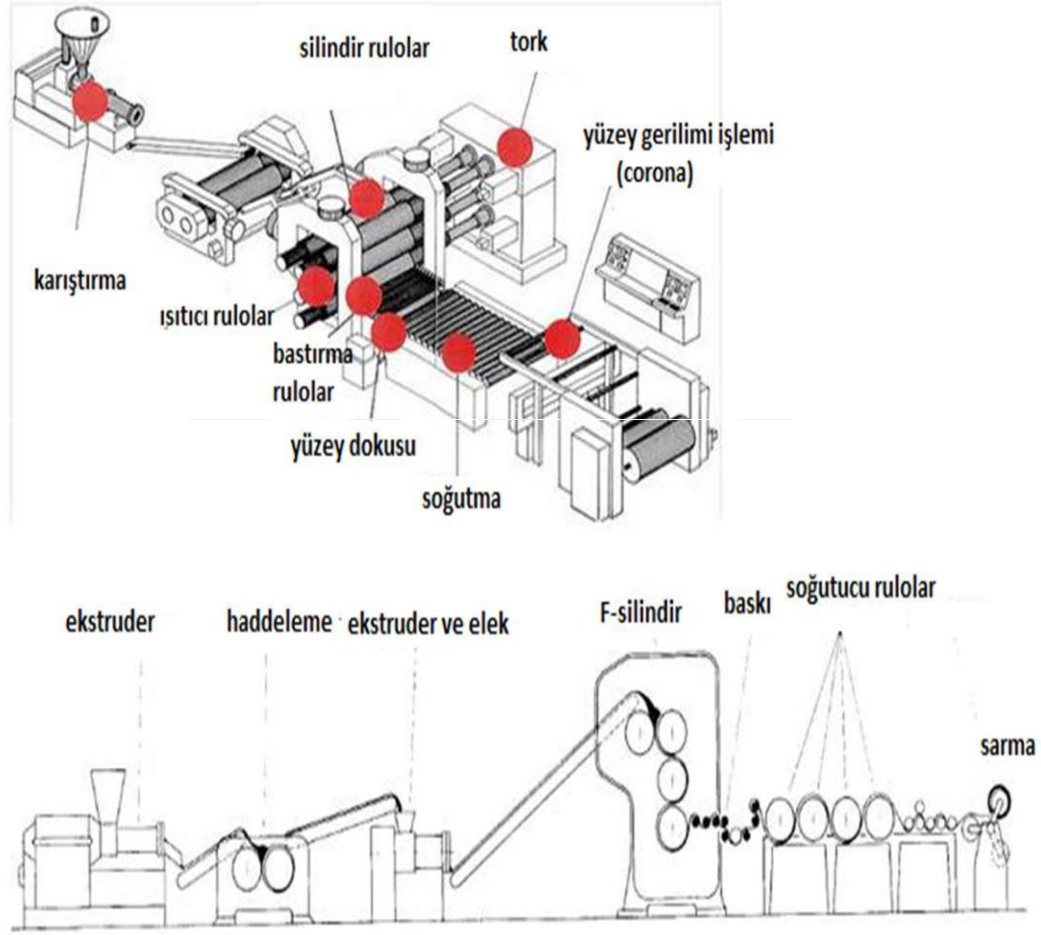
#### 1.1.6.1. PVC Folyo

PVC’yi meydana getiren ana maddeler kaya tuzu ve petroldür. Sadece %43’ü petrol olduğundan değerli hammaddeleri koruyan ve maliyeti ucuz bir üründür. PVC’nin işlenebilmesi için bu ana maddelere renk pigmentleri, renk tutucuları, stabilizatörler ve folyo sertliğine göre yumuşatıcılar eklenerek PVC folyolar elde edilir.

#### *PVC Folyo Üretim Süreci*

Kaya tuzu ve petrolden elde edilen ana maddeye oluşturulmak istenilen folyo özelliğine göre modifiye maddeleri katılır ve bir kapta homojen olacak şekilde karıştırılıp toz halde şekillendiriciye (ekstruder) konulur. Ekstrudere konulan bu toz yüksek sıcaklıkta (180-200 °C) ısıtılarak sıcak homojen bir kütle olması sağlanır. Isıtılan sıcak plastik kütle kalendere verilir ve dönen valfler arasından geçirilerek folyo haline getirilir. Folyo kalınlığı valflerin aralığına göre ayarlanır. Son valflerin aralığından geçen folyo katmanı

kalenderden çekip (soyulup) alınır ve üst tarafı bir embossing silindiri ile işaretlenir. Oluşturulan folyo ya düz şekilde bırakılır ya da başka bir işlemle dekoratif amaçla kullanılmak için yüzeye strüktür doku verilir. Üst yüzey işlemi gerçekleştirilen folyo soğutma silindirlerinde oda sıcaklığına kadar soğutulur ve rulolara sarılarak kullanıma hazır hale getirilir (Kayış, 2016).



Şekil 1.7. PVC folyo üretim şeması (Kayış, 2016).

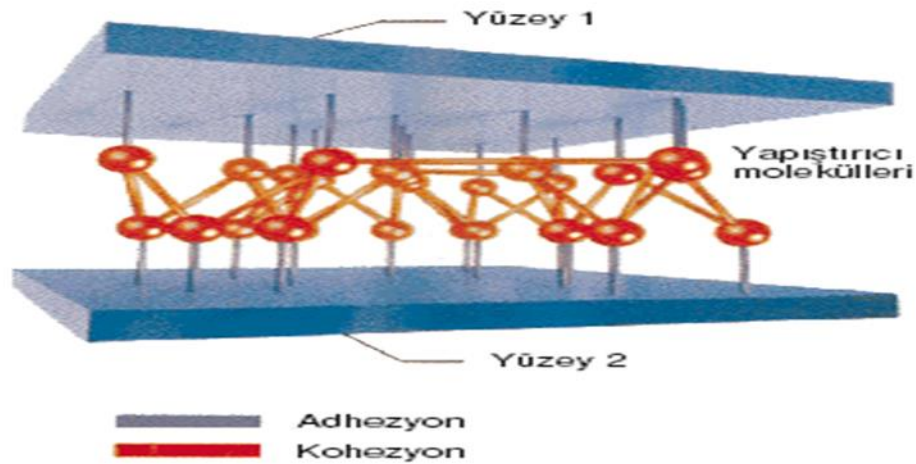
### 1.1.7. Yapışma Teorisi

Yapıştırıcıların ilk olarak nerede ve ne zaman kullanıldığı bilinmemesine karşın insanlığın başlangıcından günümüze kadar insanoğlu değişik türlerde yapıştırıcılar kullanmıştır. Tarihin başlangıcından günümüze kadar yapışma ve yapıştırma teknolojileri hakkında birçok çalışma yapılmıştır. Genel olarak 20. yüzyıla kadar yapıştırıcı olarak doğal ve hayvansal ürünler kullanılmış 20. yüzyıldan sonra ise sentetik yapıştırıcılar üretilmeye başlanmıştır. Yapıştırıcılar ünümüzde mobilya sektörünün

vazgeçilmez ögesidir. Yapıştırıcıların başarısı yapıştırılan malzeme ve yapıştırıcı arasında kurulacak bağın performansına bağlıdır. Bağlayıcı olarak kullanılan tutkalın uygun seçilmiş olması halinde yeterli sağlamlıkta ve ekonomik bir malzeme üretilmektedir. Kullanılan yapıştırıcının uygunluğunu belirlemek için, üretilen malzemelerin hangi ortamda kullanılacağına bilinmesi gerekir (Örs, 1987).

Yapışma, cisimlerin kendi atom ve molekülleri arasındaki çekim gücü olan kohezyon ve cisimlerin birbirine tamamen çakışmış olan yüzeylerinde iki ayrı cismin atom ve moleküllerinin karşılıklı olarak birbirlerine çekim gücü olan adezyon bağları ile birbirlerini çekmelerine denir (Altınok, 1995; Budakçı, 2008).

Kaplama yapışma direnci, taşıyıcı malzeme (ahşap esaslı levha) üzerine yapıştırılan kaplama ile bu malzeme arasında adezyon ve kohezyon sebebiyle meydana gelen bağ kuvvetlerinin toplamıdır (TS EN 311). Tutkal ağaç malzeme gözeneklerini tamamen doldurur ve iki parça arasında tutkal tabakası oluşmazsa ve bu tabakanın oluşumu yer yer aksarsa yapışma olayı zayıflar (Kızılırmak, 2007).



Şekil 1.8. Yapıştırma ek yerindeki kuvvetler (Budakçı, 2008).

Adezyon, farklı iki cisim molekülleri arasında gelişen çekim gücüdür (Altınok 1995). Ahşap malzemelerin yapıştırılmasında genellikle koloidal çözelti halinde olan tutkal, odun gözeneklerinin yüzeyinden başlayarak viskozitesine göre çeşitli derinliklere kadar doldurur veya bu boşlukların iç çeperlerini ıslatır, ince tabaka halinde sarar. Sıvı haldeki tutkalın katılaşmasıyla birlikte odun ile tutkal arasında kenetlenme olur ki bu mekanik adezyon olarak isimlendirilir (Şanıvar, 1978). Tutkal ile yapıştırılan malzemenin

molekülleri arasında, reaksiyona girerek yapışma sağlanması olayı spesifik adezyon olarak isimlendirilir (Akkılıç, 1998).

Kohezyon, bir cismin kendi atom ve molekülleri arasında gelişen çekim gücüdür (Altınok, 1995). Dış etkilere karşı cismin direnç göstermesi kohezyon kuvvetinin varlığı ile mümkündür ve onun miktarına bağlıdır. Bu ise cismin moleküler yapısı tarafından belirlenir. Yapıştırılmalarda tutkal tabakası direncinin, kohezyonun tutkal ile ahşap malzeme yüzeyi arasındaki bağın direncine yani adezyona eşit olması ve her ikisinin de ahşap malzeme veya yapıştırılan malzeme direncinden yüksek olması arzu edilir (Özen, 1978, Budakçı, 2008).

Adezyon ve kohezyon bağlarının taşıyıcı malzeme, yapıştırılacak olan malzeme ve yapıştırıcı malzemelerden oluşan bütünü üzerinde önemli bir etkisinin olduğu bilinen bir olaydır. Ancak bunların dışında yapışmayı etkileyen bazı faktörlerde vardır. Bunlar Çizelge 1.5.'de verilmiştir.

Çizelge 1.5. Yapışmayı etkileyen faktörler (Nemli, 2003).

<b>Ahşaba Yönelik Faktörler</b>	<b>Tutkala Yönelik Faktörler</b>	<b>Prese Yönelik Faktörler</b>
Türü	Türü	Sıcaklık
Rutubeti	Viskozitesi	Basınç
Kesiş yönü	PH derecesi	Süre
Yüzeyinin düzgünlüğü	Katman kalınlığı	
	Dolgu ve katkı madde miktarı	

Yapıştırıcı yüzeye sürülüp, diğer yüzey ile birbirine kapatıldıktan sonra

Yapıştırıcı çözeltisinin her iki yüzeye nüfuz etmesi (difüzyon),

Yapıştırıcı çözeltisinin her iki yüzeyi ıslatması (penetrasyon),

Yapıştırıcı çözeltisinin mekanik ve spesifik bağ kurarak sertleşmesi gibi süreçleri takip eder (Altınok, 1995).

### **1.1.8. Ahşap Tutkalları**

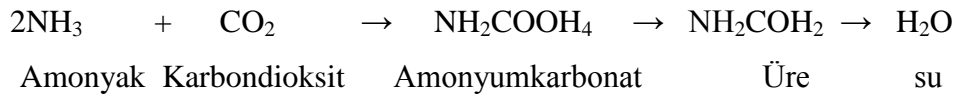
Ahşap tutkalları genel olarak kolloidal çözeltilerdir. Ahşap tutkallarında yapışma genel olarak suyun tutkaldan uzaklaştırılması ya da kimyasal reaksiyon sonucunda gerçekleşir. Yapışma sırasında tutkal önce jelleşir, sonra katılarak katman oluşturur. Ahşap tutkallarının sıvı halden katı hale geçişi tersinir olur veya olmaz. Eğer tutkal tersinir ise suya maruz kaldığında çözülebilir. PVAc tutkalı tersinirdir ve suda çözülebilir kimyasal tutkallar ise suyun uzaklaşması ve kimyasal reaksiyon sonucunda

katılaştıklarından tersinir değildirler. Sertleşmiş tutkalin suya karşı dayanıklı olduğu görüşü yanlıştır. Çünkü tersinir olan tutkallar bile suyu absorbe eder ve şişerler. Bunun sonucunda moloküler bağlar arasındaki açıklık artar buda kohezyonu zayıflatır buna bağlı olarak da yapışma direnci azalır (Özen, 1979). Bu çalışmada kullanılan tutkal türlerine ait genel özellikler aşağıda verilmiştir.

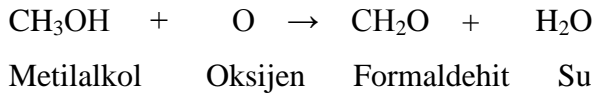
#### 1.1.8.1. Üre-Formaldehit (UF) Tutkalı

Bu tutkal, ahşap malzeme teknolojisinde en fazla kullanım alanı olan sentetik bir tutkal çeşididir. Üre-formaldehid tutkalı, ürenin formaldehid ile yaptığı bir kondenzasyon sonucunda oluşur. Sıvı ve kuru olmak üzere iki şekil dede elde edilebilmektedir. Buna göre üre-formaldehidin üretiminde kullanılan hammaddeler, formaldehid ve üredir. Formaldehid, metanol'den elde edilmektedir. Metanol'de modern metanol sentezi yoluyla ana madde olarak kömür, oksijen ve hidrojenen kazanılmaktadır (Huş, 1992).

İkinci ana madde olan üre (NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>CO, renksiz, kokusuz, suda kolaylıkla çözülebilen kristalin bir bileşik olup, %100'lük sıvı amonyak'ın (NH<sub>3</sub>) yine sıvı karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ile birleştirilmesi suretiyle elde edilmektedir. Üre maddesinin oluşması sırasında ara ürün olarak Amonyum-karbonat meydana gelir. Buna fazla miktarda amonyak ilave edildiği takdirde su ayrılarak üre maddesi elde edilmiş olur (Şanıvar ve Zorlu 1995).



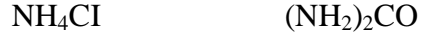
Formaldehit keskin kokulu, renksiz bir gazdır. Suda kolay erir. Kimya endüstrisinde metilalkole oksijen etki ettirilerek üretilir (Şanıvar ve Zorlu, 1995).



Elde edilişleri basit olarak açıklanan ve formülleri verilen üre ve formaldehit kondensleşme olayı ile suda eriyebilen bir yapay reçine haline dönüşür. Bu yapay reçineye “üre-formaldehit yapay reçinesi” denir. Tutkal ve vernik üretiminde hammadde olarak kullanılır. Bir molekül üre, iki molekül formaldehit ile kondensleşme yoluyla birleştirilirse su açığa çıkar, karışım oranı veya kondensleşme ortamı değiştirilirse üretilen yapay reçinenin kimyasal yapısı da değişir. Bu da değişik amaçlara uygun, farklı özelliklerde tutkal üretme olanağı sağlar (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Hazırlanmış olan tutkal çözeltisi içerisine tutkalın sertleşmesini sağlayan bazı sertleştirici maddeler katılmaktadır. Sertleştirici maddeler çeşitli olup yüksek ısı dereceli preslerde yapıştırma bahis konusu olduğunda en uygun sertleştirici madde çözeltisinin karışım şekli aşağıda verilmiştir (Göker, 1976).

1) %1'lik Amonyum klorür (Nişadır) + %5'lik üre



2) %1'lik Nişadır + %5'lik üre + %25'lik Amonyak çözeltisi

Üre-formaldehit tutkalının kuruması, sertleşmesi ve bağlayıcı gücünü kazanması kimyasal tepkimeye bağlıdır. Kimyasal tepkime engellenirse tutkal sertleşmez. Tutkal katmanında sertleşmeyi sağlayan tepkime dönüşümsüz kimyasal bir olaydır. Sertleşen tutkal katmanı eritici sıvılarda erimez. Sudan ve nemden bozulmaz. Sıcaklıkta yumuşayıp yeniden sıvı hale gelmez (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Mobilya imalatında kullanılan üre-formaldehit tutkalı genel olarak iki bölüme ayrılır. Soğukta sertleşen (soğuk olarak kullanılan) ve sıcakta sertleşen (sıcak olarak kullanılan) tutkal türlerinden oluşur. Soğukta sertleşen ek yerlerinin yapıştırılmasında, montaj işlerinde ve kalın parçaların yapıştırılmasında kullanılır (Özçiftçi, 1995).

Sıcaklıkta sertleşen üre-formaldehit tutkalı kontrplak üretiminde ve mobilya endüstrisinde kaplama yapıştırmak için kullanılır. Kullanılacağı zaman tutkala karıştırılan sertleştirici, tutkalın belirli sıcaklıkta tepkimeye girmesini ve sertleşmesini sağlayacaktır (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Sıcakta tepkimeli üre-formaldehit tutkal çözeltisi hazırlamada, önce sıvı haldeki tutkal reçinesi metal eklentili olmayan kap içerisine konur, üzerine yavaş yavaş dolgu maddesi (ince öğütülmüş kepek veya un) katılır. Dolgu maddelerinin yatıştırıcılık özelliğinin olmasına rağmen gereğinden fazla katılmamalıdır. Çünkü dolgu maddeleri tutkalın yapışma özelliğine oranla çok düşük bir yapışma direncine sahiptir. Çok fazla katılması durumunda yapışma gücünü ve neme dayanımını azaltır. Çözelti koyulaştıkça bir miktar su ilave edilir. Daha sonra, tutkalın belirli sıcaklıkta tepkimeye girmesini ve sertleşmesini sağlayacak olan sertleştirici katılır. En son olarak da kalan suyun ilavesi ile viskozite ayarlanır (Burdurlu, 1994).

Ayrıca, sıcakta tepkimeli üre-formaldehit tutkalının toz halinde üretilenleri de vardır. Bunların hazırlanma safhası sıvı olanlara göre hem kolay hem de depolama süreleri

daha uzundur. Toz halinde olanlarda setleştirici toz içerisinde belirli oranlarda karıştırılmış olarak satılmaktadır. Yalnız sıvı olanlara oranla maliyeti biraz daha fazladır. Karıştırılan tutkal çözeltisi, türüne göre 20-60 dakika dinlendirilir ve tutkalın sürülme işlemine geçilir. Sürme aracı olarak sıpatula, tutkal tarağı, el silindiri veya tutkal sürme makinesi kullanılabilir. Yüzeyle sürülen tutkal 120-200 gr/m<sup>2</sup> olmalıdır. Tutkalın açık bekleme süresi 10 dakikayı geçmemelidir. Sıcak preste yapıştırılacak olan ahşap kaplamada pres tablalarının sıcaklığı, ortalama pres süresi ve pres basıncı Çizelge 1.6.'da verilmiştir (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

Çizelge 1.6. Sıcak preste kaplama yapıştırmak için teknik bilgiler (Şanıvar ve Zorlu 1995).

Pres Sıcaklığı (°C)	Pres Süresi (dakika)	Pres Basıncı (Kg/cm <sup>2</sup> )
70	6	4 – 10
80	4	
90	2	
110	1	

#### 1.1.8.2. Polivinil Asetat (PVAc) Tutkalı

Günümüzde ahşap mobilya sanayinde en çok tercih edilen tutkal türlerinden biridir. Piyasada beyaz tutkal, formika tutkalı veya plastik tutkal gibi isimlerle anılır. Polivinilasetat bir tür suni reçinedir. Su, kömür ve kireçten kimyasal yollarla elde edilir. Polivinil asetatın kimyasal anlamı şu şekildedir.

Poli: Çok demektir.

Vinil: Bir alkol türüdür.

Asetat: Sirke asidinin tozudur (Şanıvar ve Zorlu, 1995)

PVAc su, kömür, kireç ve sirke asidinden kimyasal yollarla elde edilir. PVAc tutkalı, vinilasetat monomerinin sulu ortamdaki polimerizasyonu ile elde edilen PVAc ile bazı katkı maddeleri içeren sulu emülsiyonlardır (TS 3891). PVAc tutkalı bir polimerizasyon ürünü olup, sertleşmesi fizikseldir (Örs 1987). Yapışma, çözeltinin bünyesindeki suyun buharlaşması ile gerçekleşir. PVAc tutkalı genelde soğuk olarak kullanılan bir tutkal türüdür ancak sıcak olarak ta kullanılabilir. Termoplastik yapılı bir tutkal olup ısı ile muamele edildiğinde yumuşar ısı ortadan kalktığında tekrar sertleşir.

PVAc tutkalı soğuk olarak uygulanması, kolay sürülmesi, çabuk sertleşmesi, kokusuz ve yanmaz oluşu, ahşabı boyamaması ve işlenmesi sırasında kesici aletleri yıpratmaması gibi birçok özellikleri vardır. Sıcaklık yükseldikçe yumuşar ve 70 °C'den sonra yapıştırma özelliğini kaybetmeye başlar (Örs, 1987). PVAc tutkalının değişen ortama göre sertleşme süreleri Çizelge 1.7.'de verilmiştir.

Çizelge 1.7. PVAc tutkalının değişen ortama göre sertleşme süreleri (Vick, 1999).

Tutkal Miktarı (g/m <sup>2</sup> )	Sıcaklık			
	20 °C	40 °C	60 °C	70 °C
200	60'	20'	6'	2'
175	40'	5'	2'	1,5'
150	20'	2'	1'	30"

PVAc tutkalı birleştirilecek yüzeylerden yalnız bir tanesinin tutkallanması ve ahşap türü ile birleşme yüzeyinin durumuna göre 150-200 g/m<sup>2</sup> tutkal kullanılması iyi bir birleştirme için yeterli olmaktadır. Ancak tutkalın yapışma niteliğini kazanması için beklenen süre, bileşimi ile birleştirme ortamının sıcaklığına göre değişmektedir. PVAc tutkalı, paslanmaz çelik, cam, seramik ya da plastik maddelerden yapılmış kaplar içerisinde depolanmalı ve kullanılmalıdır (Örs, 1987).

PVAc tutkalı ile yapılan yapıştırma işlemlerinde hem aynı özellikteki ahşap malzemelerin hem de ahşap esaslı levha yüzeylerine kaplama yapıştırma işlemlerinde, malzemelerin rutubet miktarları %6-15 arasında olması gerekir. Malzemelerdeki rutubet miktarı %15'i geçer ise adezyonda gecikme olur. Mekanik yapışmanın gerçekleşmesi için tutkal basıncın etkisi ile, ahşap malzemede veya ahşap esaslı malzemede bulunan boşluklara girmesi gerekir. Eğer malzemede boşluklu bölgeler rutubet miktarının fazla olması nedeniyle dolu ise mekanik adezyon yeteri kadar gerçekleşmemiş olur ki buda yapışmayı olumsuz yönde etkiler (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

PVAc tutkalı ile yapılacak presleme işlemlerinde yumuşak malzemelerde 2-3 kg/cm<sup>2</sup> sert yüzeyli malzemelerde ise 5-6 kg/cm<sup>2</sup> olması önerilmektedir. PVAc tutkalı ile yapılan yapıştırma işlemlerinde ortam sıcaklığı 20 °C olduğunda en olumlu sonucu verdiği bildirilmektedir. Sıcaklığın artırılması preleme süresinin kısalmasına neden olur Ancak PVAc tutkalının en uygun bağlanma sıcaklığı 20 °C olarak önerilmiştir. Tutkalın bağlanma süresinin uzaması tutkal bağlarının daha güçlü bağlanmasına neden olduğu ifade edilmektedir. PVAc tutkalının 10 °C'nin altındaki sıcaklıklarda bağ kurma

özelliğinin yavaşlamasından dolayı kullanılması önerilmez (Şanıvar ve Zorlu, 1995).

PVAc tutkalı, yüzeyde elastik bir film katmanı oluşturarak yapışmayı sağladığından ve birleşme yerine uygulanan dış kuvvetleri veya iç gerilme kuvvetlerini yapışma yüzeyinin tamamına düzgün bir şekilde dağıttığından bu kuvvetler karşısında yüksek bir performans gösterir (Altınok, 1995). Çizelge 1.8.'de PVAc tutkalına ait bazı fiziksel özellikleri verilmiştir.

Çizelge 1.8.PVAc tutkalına ait bazı fiziksel özellikler (TS 3891).

Özellikler	Değer
pH	3 – 7
Viskozite P (poise) (en az)*	5
Buharlaştırma kalıntısı % (m/m) (en az)	40
Kül miktarı % (m/m) (en çok)	3
Yapışma dayanımı $\text{kg/cm}^2$ (MPa)**	
a) Kuru en az durumda,	100 (9,80)
b) Islak durumda, en az	40 (3,92)
*: 1 Poise = $1\text{g/cm} \times \text{S}$	
**: $1\text{ kgf/cm}^2 = 9,81 \times 10^{-2}\text{ MPa}$	

#### 1.1.8.3. Poliüretan(PU) Tutkalı

Poliüretan tutkalı çift bağlı alkollerden ve uygun isosiyanattan üretilir. Kohezyon ve adezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkal türüdür. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60 °C'ın üstündeki sıcaklıklarda preslenmesi tavsiye edilmemektedir. Çünkü bu sıcaklığın üzerine çıkıldığında, ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır (Öktem ve Karacalıoğlu, 1976).

Poliüretan tutkalı kondenzasyon polimeri sınıfındadır. Bu yüzden su ve neme dayanıklı, çözücü içermeyen tek bileşenli poliüretan tip aktif maddeli bir tutkaldır (Diler, 2001). Poliüretan tutkal ahşap seramik, metal, polyester, PVC gibi birçok malzemenin yapıştırılmasında üstün performans göstermektedir. Poliüretan tutkallar havadaki nemle reaksiyona girerek yapışmayı gerçekleştirmektedirler. Su ve hava rutubetine karşı çok dayanıklı olduklarından dolayı genel olarak dış ortam şartlarında kullanıma uygundur.

Poliüretan yapıştırıcılar su ile reaksiyona girdiklerinden uygulama anında gaz çıkarmaları nedeniyle problem olmaktadır. Bu sistemde katalizörün reçine içinde dağılması için sıcak karıştırılması gerekir. Reçineye karıştırılan katalizör reçinenin etkisini değiştirdiği için son karıştırma işleminde dikkatli olunmalı, kontrol edilmeli ve

gazı çıkarıldıktan sonra kullanılmalıdır (Yılmaz, 2006).

Üretici firmaların tavsiyelerine göre hazırlanan Poliüretan tutkallar ağaç malzeme yüzeylerine değişik şekillerde uygulanabilir. Küçük boyutlu ve eğri formlu işlerde genelde fırça ile uygulanması önerilmektedir. Büyük boyutlu ve düzgün yüzeyli flat laminasyon işlemlerinde ise Şekil 1.9'daki gibi merdaneli tutkal sürme makinaları kullanılmaktadır. Bunun haricinde sürekli ve seri üretim yapan işletmelerde lak dökme makineleriyle de tutkal sürme işlemleri yapılmaktadır.



Şekil 1.9. Flat laminasyon poliüretan tutkal sürme ve yapıştırma hattı.

Poliüretan tutkal flat laminasyon hattında yüzeyi kaplanacak levhaların yüzeyleri 30-40°C'de ön ısıtma işlemine tabi tutulur. ön ısıtma işlemi yapılan levhalara 120 °C-140 °C arasındaki sıcaklıklarda ısıtılan tutkal metre kareye 50 g/cm<sup>2</sup> -80g/cm<sup>2</sup> kaplanacak malzemenin kalınlığına göre sürülerek yapıştırılır (Kleiberit 706.1, 2016)

Tutkalın, tutkallanacak yüzeye maksada uygun miktarda sürülmesi gerekir. Tutkalın az sürülmesi yapışmanın uygun olmaması sonucunu doğururken diğer taraftan tutkalın kristalize olmasına neden olur. Tutkalın çok sürülmesi ise maliyet masraflarını arttırırken presleme süresini uzatır. Aynı zamanda su esaslı tutkallarda ağaç malzemeye su transferi fazla olmakta, bu da lamine elemanın boyut stabilitesinin değişmesine ve çalmasına neden olmaktadır (Tank, 1999).

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Yüzey kaplama işleminde kullanılan tutkalların hem levha hem de yapıştırıldığı malzeme ile uyum sağlayacak nitelikte olması gerektiği, kullanım yeri ve üretim hızı istekleri doğrultusunda PVAc ve Hot Melt (yüksek sıcaklıkta eriyen) tutkalının tercih edilebileceği belirtilmiştir (Johns ve Gillespie, 1980).

Ağaç malzemenin tutkallar ile yapıştırılmasında adezyonun; yüzeyin ıslanabilme yeteneği, penetrasyon, reaksiyon, polimerizasyon, porozite, pH, ve yapıştırıcı ile temas edecek odun yüzeyi (radyal, teğet, ve boyuna (makta) gibi bir çok faktöre bağlı olduğu bildirilmiştir (Mahlberg, Niemi, Denes ve Rowell, 1998; Rowell, 1996; Winfiel, Haris ve Hutchinson, 2001).

Yüzeye dik çekme direnci tutkal ve tutkallama kalitesini ölçmek için yapıldığını belirtilmiş ve yüzeye dik çekme direncini artırmak için; levha yüzeylerinin kaplama malzemeleri ile kaplanması gerektiği vurgulanmıştır (Özdemir, 1996).

Yüksek yapışma direnci istenilen kaplamalı işlemlerde; lif levha veya kontrplak levha yüzeylerine kaplamaların yapıştırılması, zorunlu olmadıkça kontak yapıştırıcının kullanılmaması, PVAc veya UF yapıştırıcının tercih edilmesi, bu yapıştırıcıların gereksiz miktarlarda kullanımını azaltmak ve ekonomi sağlamak için metrekareye 150 g uygulanması önerilmiştir (Budakçı 2008, 2010).

Kullanılan kaplama türünün yapışma direncine herhangi bir etkisinin olmadığı, yüzeyden kaplama kopartılmış deney örnekleri incelendiğinde kopmanın genelde levha katmanlarında gerçekleştiği bildirilmiştir (Kılıç, 2006; Nemli, 2000).

İnorganik dolgu maddesi kullanarak üretilmiş orta yoğunluktaki lif levhalarda %3 oranında kullanılan dolgu maddelerinin lifler arasındaki boşlukları doldurduğu ve kontrol örneklerine yakın sonuçlar verdiği öngörülmüş, ancak %9 oranında katılan dolgu maddelerinin ise levhadaki liflerin birbirine bağlanmasını zorlaştırdığından levhaların fiziksel, mekanik ve teknolojik özelliklerini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir (Çamlıbel, 2012).

İnorganik dolgu maddeleri kullanılarak yapılmış olan bazı çalışmalarda; ahşabın

hafiflik, elastiklik ve işlenebilirlik özellikleri ile çimentonun su, rutubet, yanma ve çürümeye karşı direnç değerleri kullanılarak, üstün yapısal özelliklere sahip levhalar üretilebildiği bildirilmiştir (Aslan ve Kalaycıoğlu, 2005; Aslan, 2007; Kalaycıoğlu, Yel ve Dönmez Çavdar, 2012).

Laminat üretiminde kullanılan tutkalların istenilen niteliklere uygun olarak seçilmesi gerektiği, kaplanacak ağaç malzeme ve selülozik liflere uyum sağlamak zorunda olduğunu belirtmiştir. Ayrıca laminat kaplamaların yapıştırılmasında iç katmalarda fenol formaldehit (ucuz oluşundan dolayı) eğmeçli ve posformik yüzeylerde ise poliester reçine tutkallarını, sert ve ısıya maruz kalabilecek yüzeylerde ise melamin formaldehit tutkalının kullanılması önerilmiştir. (Gillespie ve Lewis, 1972).

PVAc tutkalının yüzeyde elastik bir film katmanı oluşturarak yapışma sağladığından ve birleşme yerine uygulanan dış kuvvetleri veya iç gerilme kuvvetlerini yapışma yüzeyinin tamamına düzgün bir şekilde dağıttığından bu kuvvetler karşısında yüksek bir performans gösterdiği belirtilmiştir (Altınok, 1995).

Yonga levha, lif levha ve yönlendirilmiş yonga levha yüzeylerine radyal ve teğet kesitli çam, kayın ve meşe kaplamalar polivinil asetat, üre-formaldehit ve kontak tutkalları ile yapıştırılmış, en yüksek yapışma direncinin yönlendirilmiş yonga levha üzerine üre-formaldehit tutkalı kullanılarak yapıştırılan radyal kesitli kayın kaplamada, en düşük yapışma direncinin ise lif levha üzerine kontak tutkalı ile yapıştırılmış teğet kesitli kayın kaplamada elde edildiği bildirilmiştir (Kılıç, 2006)

Üç tabakalı ve okal tipi yonga levhaların teknolojik özellikleri üzerine yapılan araştırmada; yüzeyleri kayın kaplama ile kaplanmış olan 16, 19 ve 25 mm kalınlığındaki okal tip (dik yongalı) levhaların direnç özelliklerini artırmak için yapılan deneylerde, yüzeye yapıştırılan kaplamanın levhanın direnç özelliklerini artırdığı belirtilmiştir (Göker, Kantay ve Kurtoğlu, 1984).

Farklı yüzey malzemeleriyle kaplanan yonga levhaların yüzey performansının belirlenmesi için yapılan çalışmada; basınç ve sertliğin gerekli olduğu tezgâh, banko, merdiven ve yer döşemesi gibi zeminlerde laminat ve poliüretan vernikli meşe kaplama ile kaplanmış levhaların kullanılmasının uygun olacağı ifade edilmiştir (Akkılıç, 2004).

Tutkalı birleştirmelerde, tutkal seçiminden sonra yapıştırılacak yüzeyin iyi hazırlanması, yüzey pürüzlülüğünün giderilmesi, yüzeylere tutkalın tutunmasını engelleyecek toz, kir vb. istenmeyen maddelerden arındırılması, üretici firmanın

önerileri doğrultusunda tutkallama işleminin yapılması ve oluşturulacak tutkal katmanının en alt düzeyde tutulması gerektiği belirtilmiştir (Plath ve Plath, 1963; Tank, 1999).

PVC kaplı yüzeylerin melamin emdirilmiş kağıt ve lake boyalı yüzeylere göre daha yüksek yüzey özelliklerine sahip olduğu, melamin emdirilmiş kağıt kaplı yüzeylerin ise PVC kaplı yüzeylere yakın özellikler gösterdiği, lake boyalı yüzeylerinde bu iki yüzey özelliklerine göre üstün özellikleri olduğu belirtilmiştir. Tüm bu yüzey özellikleri kullanım yerlerinde dikkate alınması önemlidir. Çizilme direncinin önemli olduğu kullanım yerlerinde PVC ve melamin kaplı levhaların tercih edilmesinin, lake boyalı levhaların ise çizilme direncinin önemli olmadığı yerlerde kullanılmasının gerektiği vurgulanmıştır (Muğla, 2010).

Kaplamalı işlerin yapıştırılmasında isosiyanat tutkalının yapışma performansının UF ve PVAc tutkalını aratmayacak nitelikte olduğu belirtilmiş; dış ortamlarda kullanılacak mobilya ve dekorasyon elemanlarının üretiminde rutubeti yüksek malzemeler ile kullanılabilmesi, formaldehit emisyonu probleminin olmaması gibi faydalı özellikleri nedeniyle izosiyonat tutkalının tercih edilmesi önerilmiştir (Budakçı ve Akkuş, 2011).

UF tutkalı kullanılarak yatık yongalı ve orta yoğunluktaki lif levha yüzeylerine 0,5 mm kalınlığında kayın kaplama yapıştırılan çalışmada, yüzey kaplamasının yekpare yonga levhalarda direnç özelliklerini artırdığı belirtilmiştir (Altınok, 1999).

MDF'ın üretiminde, kütle sıcaklık farkının levhanın düzlemden sapma değerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiş, parafin miktarının, kâğıt gramajının, desen sacının ve kaplama üretim tesisinin düzlemden sapma değeri üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca yapılan testlerde elastikiyet modülü, eğilme direnci ve çekme direnci üzerine bahsi geçen faktörlerin anlamlı bir etkisinin olmadığı ifade edilmiştir (Önem, 2018).

Glucidex (starch) ticari adıyla bilinen nişasta içerikli katkı maddesinin UF tutkal katı maddesine oranla %0, %3, %5, %8, %11 ve %15 katılarak üretilen orta yoğunluktaki MDF levhaların bazı teknolojik özellikleri, boyutsal stabilite ile formaldehit emisyonu özellikleri incelenmiş, Glucidex kullanılarak üretilen levhaların boyutsal stabilite sağlamadığı tespit edilmiştir. Nişasta kullanım oranı arttıkça, mekanik özelliklerde ve formaldehit emisyonunda azalma eğiliminin olduğu bildirilmiştir (Yüksek, 2017).

Farklı kalınlıklarda ve farklı yapılarıdaki PVC folyolar kullanılarak Wrapping ve

Membran yöntemi ile kaplanmış MDF levhaların fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerinin araştırıldığı çalışmada; Wrapping metodu ile yapılan kaplamalarda yapışma direncinin Membran metoduna göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Ancak yapışma direncindeki bu farklılığın yapıştırma işlemlerinde kullanılan tutkalın farklılığından kaynaklandığı belirtilmiştir (Kayış, 2016).

Kontrplak ve fantezi kaplamaların yapıştırılmasında kullanılan melamin formaldehit (MF) tutkalının formaldehit salınımını azaltmak amacıyla, %30 - %70 oranında PVAc tutkalı ile modifiye edilmesi araştırılmış, %70 MF – %30 PVAc olan karışımda formaldehit salınımında belirgin bir azalma olmadığı bildirilmiştir. Ancak PVAc tutkalının %30 - %70 aralığındaki kullanımında, formaldehit salınımında PVAc kullanımı ile doğru orantılı olarak bir azalmanın olduğu belirtilmiştir. Kaplamaların yapıştırılmasındaki pres sıcaklığının 60 °C üzerinde olduğu uygulamalarda ise sıcaklığın yükselmesi ile doğru orantılı olarak PVAc tutkalının yapısında bozulmaların olduğu ve yapışma performansının düştüğü ifade edilmiştir (Kim ve Kim, 2005).

Ahşabın yapıştırılmasında, ahşabın anatomik özellikleri ve yapıştırıcı reçine özellikleri gibi birçok faktörün etkili olduğu, yapıştırıcının nUFuz derinliğinin yapışmanın kalitesini belirleyen önemli etkenlerden biri olduğu vurgulanmıştır. Ancak yapıştırıcının ahşaba aşırı nüfuz etmesinin de yapıştırıcının boşa harcanmasına neden olduğunu belirtilmiştir (Kamke ve Lee, 2007).

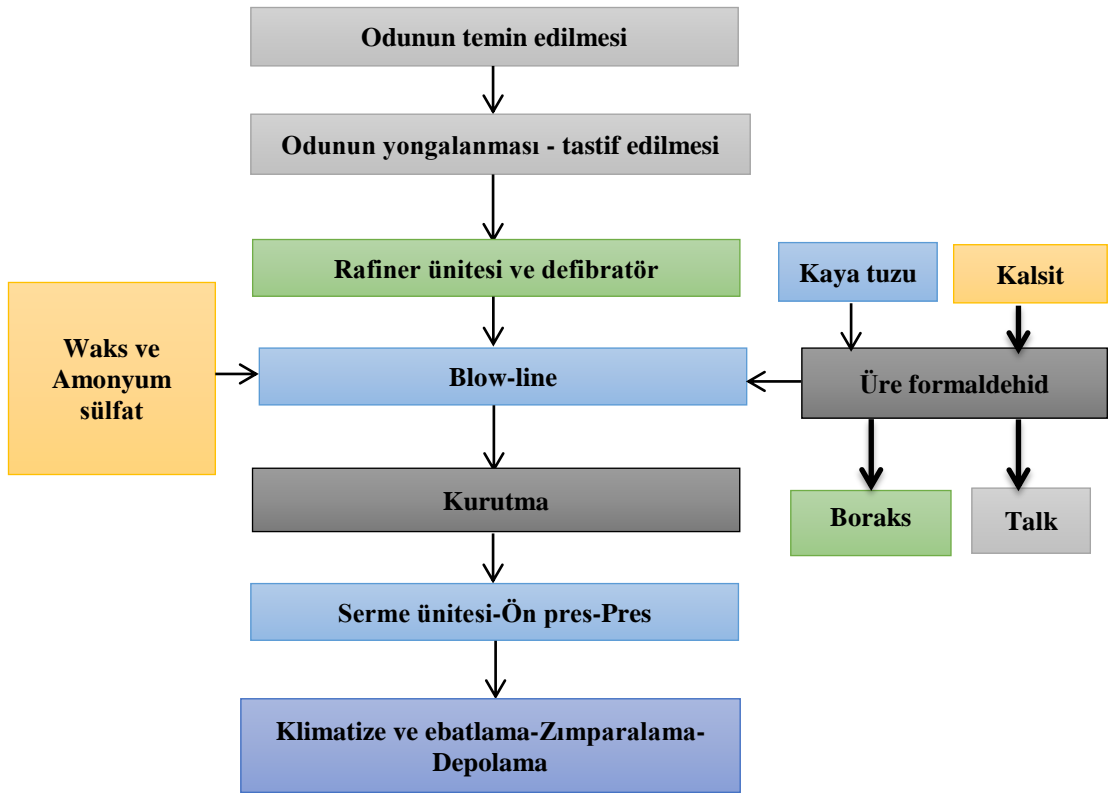
Sıkıştırma kalıp tekniği kullanılarak bakteri ile modifiye edilen buğday samanını - PVA karışımı lignoselülozik biyo kompozit malzemenin mekanik ve ıslanabilirlik özelliklerinin kontrol örneklerine göre arttığı bildirilmiştir (Asgher, Ahmat ve Iqbal, 2017).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.MATERYAL

##### 3.1.1. Özel Üretim Lif Levha

Bu çalışmada, normal üretim hattında diğer üretim şartları aynı kalmak suretiyle sadece inorganik dolgu minerallerinin karışım oranları değiştirilerek üretilen Dr. Çamlıbel'in orta yoğunluktaki 18 mm kalınlığında lif levha üretim reçetesi kullanılmıştır. Levha üretiminde uygulanan süreç akış planı Şekil 3.1'de gösterilmiştir (Çamlıbel, 2012).



Şekil 0.1. Süreç akış planı (Çamlıbel, 2012).

Araştırmada, Batı Karadeniz Bölgesi Bolu ve Düzce orman işletme müdürlüklerinden tedarik edilen kayın (*Fagus Orientalis* L.), meşe (*Quercus Robur* L) ve sarıçam (*Pinus sylvestris* L) odun hammaddesi tercih edilmiştir. Odun hammaddesi yongalayıcıda yongalandıktan sonra %70 geniş yapraklı ağaç ve %30 iğne yapraklı ağaç karışımı yongalar mekanik eleyicide elenmiş, rafiner ünitesinde 180 °C'de 7-7,5 bar buhar

basıncında 4-5 dakika rafiner pişirme kazanında yongaların mantarlaşması sağlanmıştır. Daha sonra mantarlaşan yongalar defibratörde liflendirilmiştir. Mantarlaşan yongalara liflendirmeden önce sıvı parafin verilmiş, defibratör çıkışında blow line hattında amonyum sülfat ve üre formaldehit life pulverize olacak şekilde uygulanmıştır. Aynı bir tankda inorganik dolgu mineralleri kaya tuzu (NaCl), kalsit CaCO<sub>3</sub>, boraks pentahidrat (Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·5H<sub>2</sub>O), talk (3MgO<sub>4</sub>SiO<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O) %3, %6 ve %9 oranlarında üretim reçetesine göre hazırlanmıştır. İnorganik dolgu minerallerinin solüsyonu üre formaldehit tutkalına karıştırılarak pulverize olarak blow line'dan verilmiştir. Blow line üzerinde kimyasallar ve üre formaldehit karışımı inorganik dolgu mineralleri ihtiva eden lifler kurutma hattına girerek % 8 - % 12 rutubete kadar kurutulmuştur.

İnorganik mineral katkı solüsyon karışımının lignoselülozik materyallere karıştırılmasıyla oluşturulan üretim reçetesi Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. İnorganik dolgu minerallerinin MDF üretiminde kullanım reçetesi (Çamlıbel, 2012).

Levha Tipi	Ürün Tipi	Biokütle	Tutkal	Sertleştirici	Hidrofobik Madde	İnorganik Dolgu Mineralleri	(%) Oran
1	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	---	0
2	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kaya tuzu	3
3	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kaya tuzu	6
4	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kaya tuzu	9
5	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kalsit	3
6	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kalsit	6
7	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Kalsit	9
8	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Boraks pentahidrat	3
9	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Boraks pentahidrat	6
10	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Boraks pentahidrat	9
11	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Talk	3
12	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Talk	6
13	MDF	Lignoselülozik	Üre formaldehit	Amonyumsülfat	Wax	Talk	9

İnorganik mineral katkı kuruyan lifler, mekanik serme ile homojen olacak şekilde serilerek lif pastası oluşturulmuştur. Pasta (mat) katlı preste 190 °C ve 32-34 kg/cm<sup>2</sup> ve 275 sn içinde preslenerek levha haline getirilmiştir. Levhalar ebatlama işleminden sonra 5 gün süre ile klimatize ortamında beklemeye bırakılmıştır. Bu işlemler sonunda levhaların üst ve alt yüzey ölü kısımlarına sırasıyla 40, 80 ve 120 kum zımpara ile zımparalama işlemi yapılmıştır. Daha sonra levhaların birim hacim ağırlığının

(yoğunluk) tayini TS-EN 622-5 (2011) standardına göre tespit edilmiş ve hava kuru ortalama yoğunluk değerleri Çizelge 3. 2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Levhaların hava kuru ortalama yoğunluk değerleri (Çamlıbel, 2012).

Levha Tipi	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Levha Tipi	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Levha Tipi	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	Levha Tipi	Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )
R <sub>100</sub> N <sub>0</sub>	0,715	R <sub>100</sub> C <sub>0</sub>	0,715	R <sub>100</sub> T <sub>0</sub>	0,715	R <sub>100</sub> B <sub>0</sub>	0,715
R <sub>97</sub> N <sub>3</sub>	0,720	R <sub>97</sub> C <sub>3</sub>	0,720	R <sub>97</sub> T <sub>3</sub>	0,720	R <sub>97</sub> B <sub>3</sub>	0,715
R <sub>94</sub> N <sub>6</sub>	0,714	R <sub>94</sub> C <sub>6</sub>	0,716	R <sub>94</sub> T <sub>6</sub>	0,716	R <sub>94</sub> B <sub>6</sub>	0,714
R <sub>91</sub> N <sub>9</sub>	0,712	R <sub>91</sub> C <sub>9</sub>	0,712	R <sub>91</sub> T <sub>9</sub>	0,720	R <sub>91</sub> B <sub>9</sub>	0,712

N:Kaya tuzu, C:Kalsit, T:Talk, B: Boraks pentahidrat;

R: 1 m<sup>3</sup> levha için tüketilen (ibreli+ibresiz) odun miktarı (%);

N, C, T, B: 1 m<sup>3</sup> levha için tüketilen inorganik dolgu maddeleri (%)

### 3.1.2. Yüzey Kaplama Malzemeleri

Üretimi gerçekleştirilen lif levhaların kaplanmasında, Türkiye’de mobilya ve dekorasyon endüstrisinde yaygın olarak kullanılan, 0,6 mm kalınlığındaki freze desenli Doğu kayını (*Fagus orientalis L.*) kaplama, 0,7 mm kalınlığındaki polivinilklorür (PVC) kaplama, 0,8 mm kalınlığındaki akrilik kaplama ve 0,9 mm kalınlığındaki yüksek basınç Laminatı (HPL) tercih edilmiştir.

### 3.1.3. Yapıştırıcı

Örneklerin hazırlanmasında Denlaks polivinil asetat (PVAc) yüzey laminat tutkalı, Genfor 7055 üre-formaldehit (UF) ve Kleiberit 706,1 Reaktif-Hotmelt poliüretan (PU) tutkalı kullanılmıştır. Tutkallara ait bazı teknik özellikler Çizelge 3.3’de verilmiştir. Yapışma direnci deneylerinde kullanılan çelik silindirlerin yapıştırılmasında TS EN 311 standardında termoplastik bir yapıştırıcı kullanılması önerilmiş, ancak ön denemelerde yapıştırıcı başarısızlığından dolayı sonuç alınamamıştır. Bu nedenle deneylerde, çift bileşenli epoksi reçineli ve yüksek yapışma gücüne sahip “Penloc GTI ve 404 Çelik Yapıştırıcı” tercih edilmiştir.

Çizelge 3.3. Tutkallara ait bazı teknik özellikler.

NİTELİK BİLGİSİ	Üre Formaldehit (UF)	Polivil asetat (PVAc)	Poliüretan (PU)
Tutkal markası	Genfor 7055	Denlax laminat tutkalı	Kleiberit 706,1 Reaktif-Hotmelt
Vizkosite (cP)	1880	587	9000
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1,22	1,1 1,2	1,1
pH değeri	5,55	6,73	---
Katı madde oranı (%)	52,58	46,48	100

## 3.2.YÖNTEM

### 3.2.1. Deney Örneklerinin Hazırlanması

İnorganik dolgu maddeleriyle modifiye edilerek üretilen lif levhalar ve yüzey kaplama malzemeleri 650×250 mm ebatlarında taslak olarak kesilmiş, TS EN 311 (2005)'de belirtilen esaslara göre 20±2 °C sıcaklık ve %65±3 bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşıncaya kadar iklimlendirme odasında iklimlendirilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Levha taslaklarının iklimlendirilmesi.

İklimlendirme sonrası yüzey kaplama malzemeleri PVAc, UF ve PU tutkalları kullanılarak lif levha yüzeylerine yapıştırılmıştır. Tutkalların hazırlanmasında üretici firmaların önerilerine uyulmuştur. Kaplamaların yapıştırılmasında kullanılan presleme koşulları Çizelge 3.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 3.4. Kaplamaların yapıştırılmasında kullanılan presleme koşulları.

NİTELİK BİLGİSİ	Üre Formaldehit (UF)				Polivil asetat (PVAc)				Poliüretan (PU)			
	Akrilik	PVC	Kayın	Laminat	Akrilik	PVC	Kayın	Laminat	Akrilik	PVC	Kayın	Laminat
Kaplama												
Pres süresi (dk)	10		2		10		5		Sürekli			
Pres sıcaklığı (°C)	60		110		60		110		130			
Pres basıncı (N/mm <sup>2</sup> )	0,48				0,48				1,2			
Uygulanan tutkal miktarı (±10 g/m <sup>2</sup> )	150				150				80			
Uygulama yöntemi	Sıcak pres				Sıcak pres				Baskı merdaneli sürekli pres			

Yapıştırma işleminde uygulanan tutkal miktarı 0,01 g. hassasiyetteki analitik terazide kontrol edilerek  $\pm 10 \text{ g/m}^2$  aralığını aşmayacak şekilde uygulanmıştır. Tutkal sürme işleminde her bir tutkal için farklı tutkal sürme gereci kullanılmıştır. UF tutkalı merdaneli tutkal sürme makinası ile PVAc tutkalı el tipi tutkal sürme merdanesi ile PU tutkalı ise flat laminasyon PU tutkal sürme ve yapıştırma hattı kullanılarak uygulanmıştır (Şekil 3.3). Tutkal sürme işlemi sadece lif levha yüzeylerine yapılmıştır. PVAc ve UF tutkalları ile gerçekleştirilen yapıştırma işlemlerinde Şekil 3.4'deki çok katlı hidrolik pres, PU'da ise Şekil 3.5'deki sürekli pres kullanılmıştır.



Şekil 3.3. UF tutkalı ve PVAc tutkalı sürme işlemi.



Şekil 3.4.Çok katlı hidrolik pres.



Şekil 3.5. Flat laminasyon tutkallama ve yapıştırma hattı.

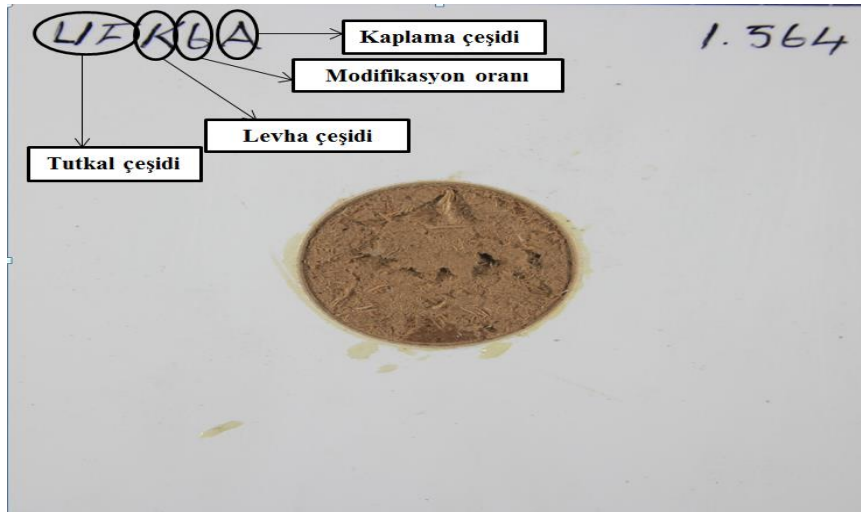
Preslenen lif levha taslakları doğrudan güneş ışığı almayan ve hava dolaşımının olduğu laboratuvar şartlarında üç hafta süre ile bekletilerek kurutulmuştur. Daha sonra taslak parçalar gruplandırılarak, TS EN 311 (2005)'e göre  $120 \times 120 \pm 0,1$  mm olarak ölçülendirilmiştir. 4 levha çeşidi, 3 modifikasyon oranı, 4 kaplama çeşidi ve 3 tutkal çeşidinden 5'er adet olmak üzere  $(4 \times 3 \times 4 \times 3 \times 5)$  720 adet ve kontrol örnekleri için 60 adet olmak üzere toplam 780 adet örnek hazırlanmıştır. Yapışma direnci deneyinden önce, ahşap kaplama yüzeylerinde düzgün bir yapışma yüzeyi elde etmek için ilk olarak 80 kum, sonra 120 kum zımpara ile perdah işlemi yapılmıştır. Zımparalanan yüzeylerdeki tozlar, deney öncesinde yumuşak kıllı bir fırça ve yüksek basınçlı hava tutularak temizlenmiştir. Daha sonra örnekler, yapıştırma ve hazırlık aşamasında meydana gelen rutubet farklılıklarını gidermek için TS EN 311'de belirtilen esaslara göre  $20 \pm 2$  °C sıcaklık ve  $\% 65 \pm 3$  bağıl nem şartlarında değişmez ağırlığa ulaşincaya kadar klimatize dolabında iklimlendirilmiştir (Şekil 3.6) (TS EN 311 ).



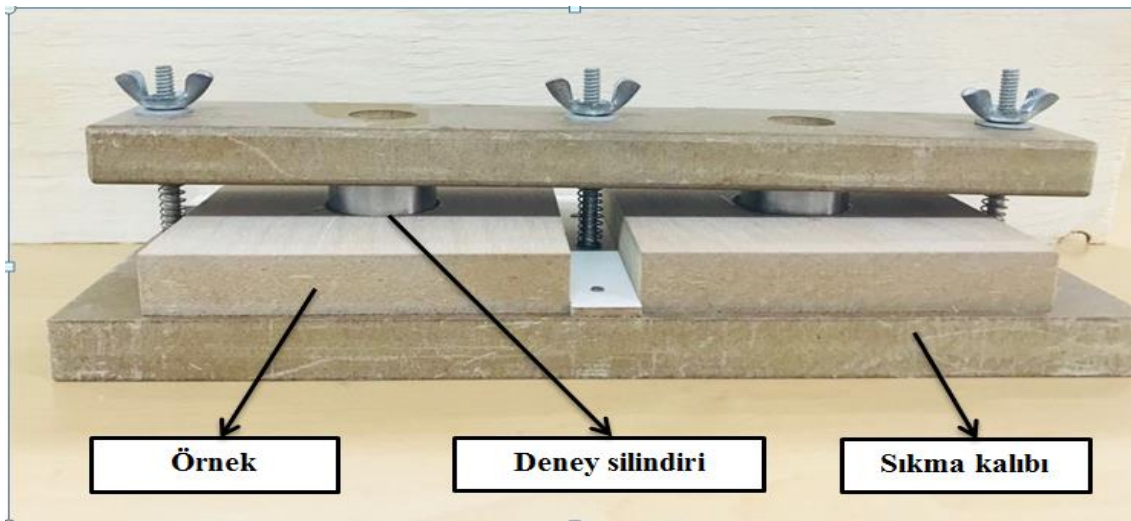
Şekil 3.6. Örneklerin TS EN 311'e göre iklimlendirilmesi.

### 3.2.2. Yapışma Direnci Deneyi

İklimlendirilen örnekler, tutkal çeşidi, levha çeşidi, modifikasyon oranı ve kaplama çeşidini ifade eden kısaltmalar kullanılarak Şekil 3.7'deki şekilde isimlendirilmiştir. Daha sonra paslanmaz 316 L krom nikelli çelikten üretilmiş, yüzey düzgünlüğü  $1,05 \mu\text{m}$  olan TS EN 311'e göre  $35,7 \text{ mm}$  çapındaki deney silindirinin alt yüzeyine  $150 \pm 10 \text{ g/m}^2$  hesabı ile epoksi yapıştırıcı sürülmüş ve örneklerin tam ortasına Şekil 3.8'deki merkezleme özelliği olan sıkma kalıbı yardımıyla yapıştırılmıştır. Bu işlemler yapılırken uygulanan basıncın levha yüzeyine dik olmasına ve ortalama  $1,5 \text{ kgf/cm}^2$  ( $0,15 \text{ N/mm}^2$ ) basınç uygulanmasına dikkat edilmiştir. Örnekler bu kalıpta en az 24 saat süreyle kurumaya bırakılmıştır (Budakçı 2008, TS EN 311 2005).

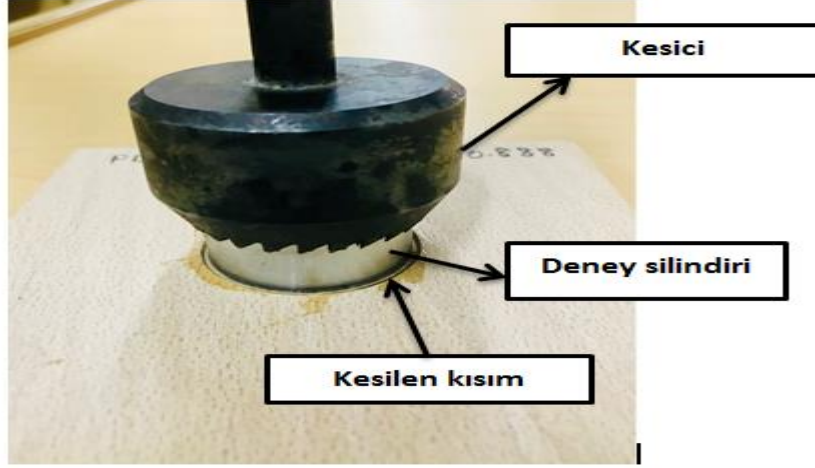


Şekil 3.7. Örneklerin isimlendirilmesi.



Şekil 3.8. Deney silindirlerinin kalıp yardımı ile yapıştırılması.

Yüzeyine silindir yapıştırılmış olan örnekler, sıkma kalıbından çıkartıldıktan sonra TS EN 311'e göre Şekil 3.9'daki kesici yardımıyla deney silindiri çapında ve kaplama kalınlığı kadar (taşıyıcı yüzeye kadar) kesilmiştir. Bu işlem, yalnızca deney silindiri yapıştırılan alanın kopartılmasına olanak sağlamak amacıyla yapılmıştır. Kesilen daire şekilli bölgenin alanı  $10 \text{ cm}^2$  ( $1000 \text{ mm}^2$ ) olarak hesaplanmıştır (Budakçı, 2008; TS EN 311, 2005).



Şekil 3.9. Deney silindiri yapıştırılan örnek ve taşıyıcı yüzeye kadar kesilmesi.

Hazırlanan örneklerin yapışma direnci deneyleri Düzce Üniversitesi Ağaç İşleri Endüstri Mühendisliği laboratuvarındaki, UTEST 7012 model 50 KN'lik universal test cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Yapışma direnci deneyi yapılırken deney cihazının çekme kuvvetinin 1m/dak. sabit bir hızda olmasına ve testin 60+30 saniye içerisinde gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir (TS EN 311 2005). (Şekil 3.10 ve Şekil 3.11).



Şekil 3.10. Yapışma direnci deneyinin yapılışı.



Şekil 3.11.Yapışma direnci deneyi sonrası örnek yüzeyi.

Deneylerden elde edilen kopma kuvvetleri kullanılarak aşağıdaki eşitlik yardımı ile kaplama yapışma direnci hesaplanmıştır.

$$SS = F / A \quad \text{N/mm}^2 \quad (1)$$

Burada;

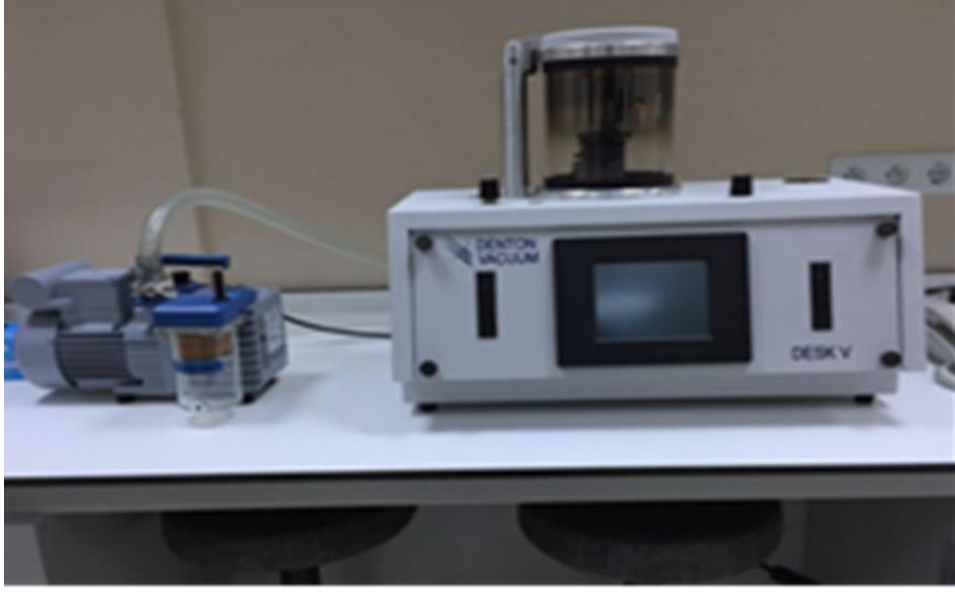
$SS$  = Yapışma direnci ( $\text{N/mm}^2$ )

$F$  = En büyük kuvvet (N)

$A$  = Yapışma yüzeyinin alanı ( $1000 \text{ mm}^2$ ) dir (TS EN 311 2005).

### 3.2.3. Taramalı Elektron Mikroskobu (SEM)

Levha çeşidi, modifikasyon oranı, kaplama çeşidi ve tutkal çeşidinin yapışma performansına etkisini belirlemek amacıyla lif levha ve yüzey kaplama malzemesi yapışma ara kesitinden taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntü alınmış ve tutkal derzi kuru film tabakası ölçümleri yapılmıştır. Bu amaçla  $5 \times 5 \times 5 \text{ mm}$  ölçülerinde hazırlanan örnekler daha net görüntüler elde etmek amacıyla, önce on ikişerli gruplar halinde Şekil 3.12'deki Denton Vacuum Desk V cihazında altın metali ile kaplanmıştır. Kaplanan örnekler, FEI Quanta FEG 250 taramalı elektron mikroskobuna kenar (cumba) kısmından ölçüm alınacak şekilde yerleştirilmiş ve yüksek vakum yöntemi ile mikroskobik görüntü çekimleri tamamlanmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.12. Denton Vacuum Desk V yüzey kaplama cihazı.



Şekil 3.13. Taramalı elektron mikroskobu ile görüntü alınması ( SEM ).

#### 3.2.4. Verilerin Değerlendirilmesi

İstatiksel değerlendirmeler için MSTATC paket programı kullanılmış ve çoklu varyans analizi “ANOVA” testleri sonucunda levha çeşidi, modifikasyon oranı, kaplama çeşidi ve tutkal çeşidi faktörlerinin yapışma direncine olan etkileri ve bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri belirlenmiştir. Duncan testi ve LSD (en küçük önemli fark) kritik değerleri yardımıyla karşılaştırmalar yapılmış ve farklılığın hangi faktörlerden kaynaklandığı sorgulanmıştır.

## 4. BULGULAR

İnorganik dolgu maddeleri ile modifiye edilerek üretilen lif levhaların, farklı yüzey kaplama malzemelerinin yapışma performansını nasıl etkilediğini belirlemek amacıyla elde edilen ortalama yapışma direnci değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Yapışma direnci değeri aritmetik ortalamaları (N/mm<sup>2</sup>).

Levha çeşidi	Kaplama çeşidi	Modifikasyon oranı (%)	Tutkal çeşidi					
			UF		PVAc		PU	
			$\bar{x}$	St.S.	$\bar{x}$	St.S.	$\bar{x}$	St.S.
Kaya tuzu	Akrilik	3	1,763	0,223	0,536	0,055	2,023	0,118
		6	0,821	0,047	0,654	0,114	0,834	0,074
		9	0,940	0,035	0,339	0,049	0,910	0,036
	PVC	3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,868	0,076
		6	0,000	0,000	0,000	0,000	0,828	0,047
		9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,813	0,088
	Doğu Kayını	3	1,805	0,125	1,352	0,080	1,446	0,046
		6	0,803	0,038	0,792	0,027	0,599	0,117
		9	0,942	0,041	0,826	0,072	0,846	0,109
	Laminat	3	2,040	0,108	2,084	0,151	1,606	0,166
		6	0,854	0,056	0,931	0,058	1,358	0,126
		9	0,927	0,081	0,857	0,093	0,873	0,037
Kalsit	Akrilik	3	1,872	0,146	0,443	0,102	1,902	0,127
		6	1,466	0,063	0,735	0,134	1,313	0,117
		9	1,270	0,183	0,586	0,129	1,659	0,041
	PVC	3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,813	0,203
		6	0,000	0,000	0,000	0,000	1,611	0,155
		9	0,000	0,000	0,000	0,000	1,880	0,185
	Doğu Kayını	3	1,738	0,122	1,145	0,200	1,384	0,072
		6	1,797	0,085	1,502	0,294	1,700	0,134
		9	1,455	0,118	1,284	0,123	1,250	0,121
	Laminat	3	1,685	0,093	1,859	0,117	1,332	0,102
		6	1,813	0,120	1,447	0,093	1,731	0,030
		9	1,390	0,124	1,579	0,188	1,024	0,138
Boraks pentahidrat	Akrilik	3	1,343	0,085	0,347	0,050	1,118	0,031
		6	1,231	0,046	0,273	0,056	1,254	0,135
		9	1,225	0,061	0,768	0,105	1,056	0,057
	PVC	3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,835	0,103
		6	0,000	0,000	0,000	0,000	1,524	0,120
		9	0,000	0,000	0,000	0,000	1,189	0,098
	Doğu Kayını	3	1,001	0,059	0,953	0,138	0,878	0,109
		6	1,144	0,183	1,251	0,115	0,368	0,136
		9	1,295	0,076	1,367	0,084	1,100	0,088
	Laminat	3	1,156	0,067	1,607	0,126	1,151	0,126
		6	1,141	0,093	1,343	0,063	1,498	0,072
		9	1,205	0,073	1,225	0,049	1,397	0,073

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama St.S:Standart sapma UF: Üre formaldehit, PVAc: Polivinil asetat, PU: Poliüretan

Çizelge 4.1. (devamı) Yapışma direnci değeri aritmetik ortalamaları (N/mm<sup>2</sup>).

Levha çeşidi	Kaplama çeşidi	Modifikasyon oranı	Tutkal çeşidi					
			UF		PVAc		PU	
			$\bar{x}$	St.S.	$\bar{x}$	St.S.	$\bar{x}$	St.S.
Talk	Akrilik	3	1,470	0,105	0,638	0,190	1,637	0,045
		6	1,197	0,039	0,616	0,173	1,282	0,034
		9	0,743	0,239	0,658	0,139	0,779	0,107
	PVC	3	0,000	0,000	0,000	0,000	1,584	0,078
		6	0,000	0,000	0,000	0,000	1,454	0,129
		9	0,000	0,000	0,000	0,000	1,125	0,044
	Doğu Kayını	3	1,465	0,056	1,551	0,109	1,361	0,094
		6	1,201	0,027	1,278	0,158	1,336	0,121
		9	1,140	0,039	1,026	0,015	0,990	0,056
	Laminat	3	1,550	0,076	1,702	0,063	1,267	0,059
		6	1,233	0,057	1,416	0,115	0,953	0,096
		9	0,905	0,049	1,069	0,073	1,081	0,009
Kontrol	Akrilik		2,006	0,083	0,450	0,083	2,480	0,200
	PVC		0,000	0,000	0,000	0,000	2,450	0,152
	Doğu Kayını		2,830	0,176	1,170	0,133	0,920	0,045
	Laminat		2,740	0,149	2,480	0,156	1,110	0,116

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama St.S:Standart sapma  
 UF: Üre formaldehit, PVAc: Polivinil asetat, PU: Poliüretan

Çizelge 4.1'e göre yapışma direnci aritmetik ortalama değerleri levha çeşidi, modifikasyon oranı, kaplama çeşidi ve tutkal çeşidine göre farklı bulunmuştur. Bu farklılığın hangi faktörden kaynaklandığını belirlemek amacıyla çoklu varyans analizi (ANOVA) yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.Yapışma direnci değeri varyans analizi sonuçları

Faktörler	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Ortalama Kare	F Değeri	p ≤ 0.05
Levha çeşidi (A)	4	63,313	15,828	1400,8670	0,0000*
Modifikasyon oranı (B)	2	8,684	4,342	384,2973	0,0000
Etkileşim (AB)	8	15,210	1,901	168,2700	0,0000
Kaplama çeşidi (C)	3	116,338	38,779	3432,1241	0,0000
Etkileşim (AC)	12	6,874	0,573	50,6949	0,0000
Etkileşim (BC)	6	1,693	0,282	24,9697	0,0000
Etkileşim (ABC)	24	4,217	0,176	15,5513	0,0000
Tutkal çeşidi (D)	2	36,266	18,133	1604,8580	0,0000
Etkileşim (AD)	8	8,105	1,013	89,6643	0,0000
Etkileşim (BD)	4	0,908	0,227	20,0893	0,0000
Etkileşim (ABD)	16	1,564	0,098	8,6538	0,0000
Etkileşim (CD)	6	166,779	27,797	2460,1020	0,0000
Etkileşim (ACD)	24	49,331	2,055	181,9172	0,0000
Etkileşim (BCD)	12	5,601	0,467	41,3101	0,0000
Etkileşim (ABCD)	48	7,012	0,146	12,9291	0,0000
Hata	720	8,135	0,011		
<b>Toplam</b>	<b>899</b>	<b>500,032</b>			

\*: % 95 güven düzeyinde anlamlı

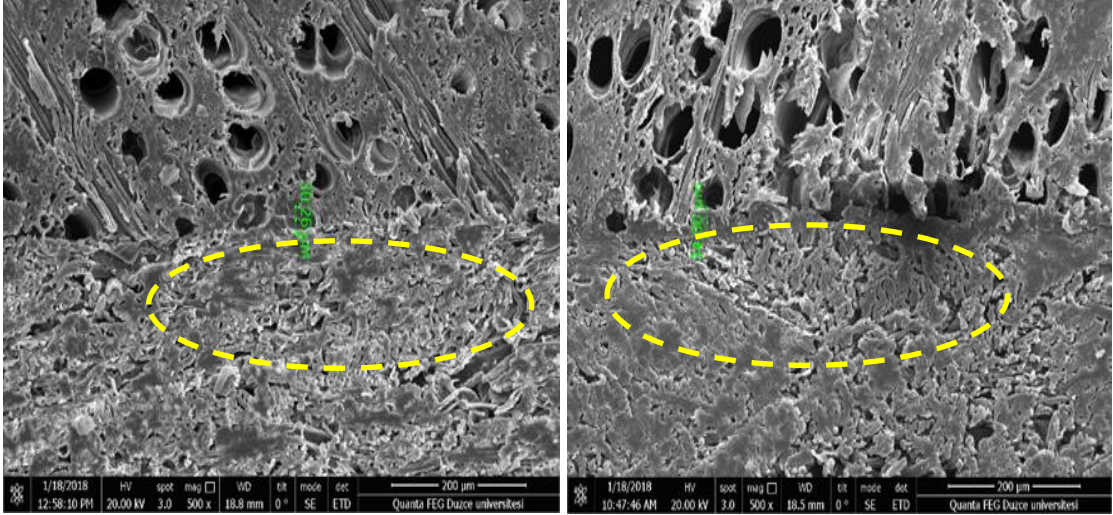
Varyans analizi sonucuna göre yapışma direnci değerleri, levha çeşidi, modifikasyon oranı, kaplama çeşidi ve tutkal çeşidi faktörleri ile bu faktörlerin karşılıklı etkileşimleri anlamlı bulunmuştur ( $p \leq 0,05$ ). Daha sonra LSD kritik değeri kullanılarak levha çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.3’de verilmiş, bunlara ait taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri Şekil 4.1 ve 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3.Levha çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları ( $N/mm^2$ ).

Levha çeşidi									
Kaya tuzu		Kalsit		Boraks pentahidrat		Talk		Kontrol	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
0,921	E	1,213	B	0,951	D	0,992	C	1,633	A*
LSD± 0,02170									

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.3 sonucuna göre levha çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek, inorganik dolgu maddesi ile modifikasyon yapılmamış kontrol örneklerinde, en düşük ise kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.1. Kontrol örneği.

Şekil 4.2. Kaya tuzu katkılı örnek.

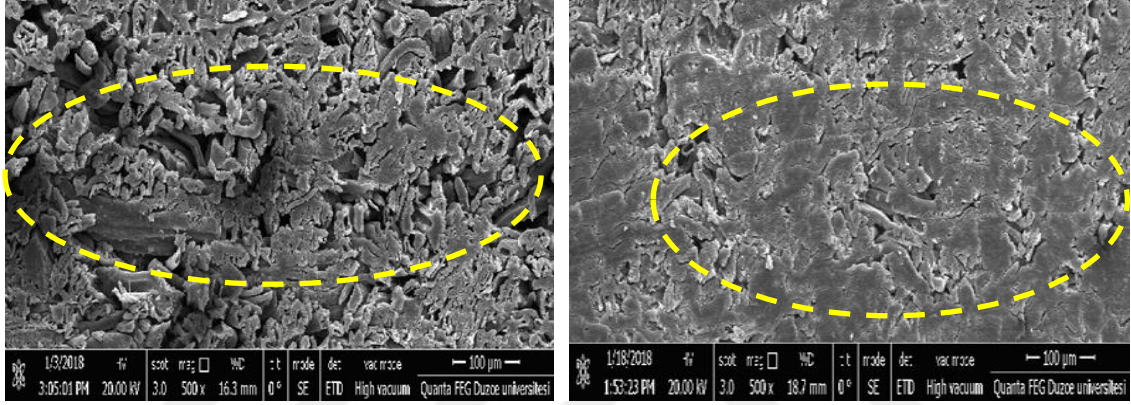
Levha çeşidi düzeyinde SEM görüntüleri incelendiğinde, kaya tuzunun kontrol örneğine kıyasla üretilen lif levhanın boşluk hacmini önemli derece azalttığı gözlemlenmiştir. Modifikasyon oranı düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.4’de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.3 ve 4.4’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4.Modifikasyon oranı Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Modifikasyon oranı					
% 3		% 6		% 9	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
1,282	A*	1,074	B	1,024	C
LSD± 0,01681					

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir

Çizelge 4.4 sonucuna göre modifikasyon oranı düzeyinde yapışma direnci en yüksek %3, en düşük %9 modifikasyon oranında tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. %3 modifikasyon yapılmış örnek Şekil 4.4.%9 modifikasyon yapılmış örnek

Modifikasyon oranı düzeyinde SEM görüntüleri incelendiğinde, % 3 modifikasyon oranı kullanılarak hazırlanan lif levhada boşluk hacminin daha fazla olduğu, modifikasyon oranı arttıkça (%9) üretilen lif levhanın daha az boşluklu bir yapıya dönüştüğü görülmüştür.

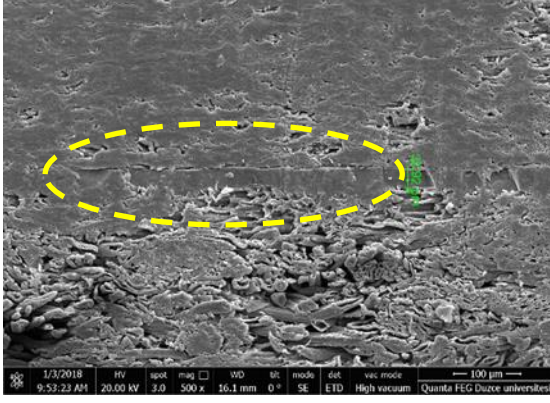
Kaplama çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.5 ve 4.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.5. Kaplama çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

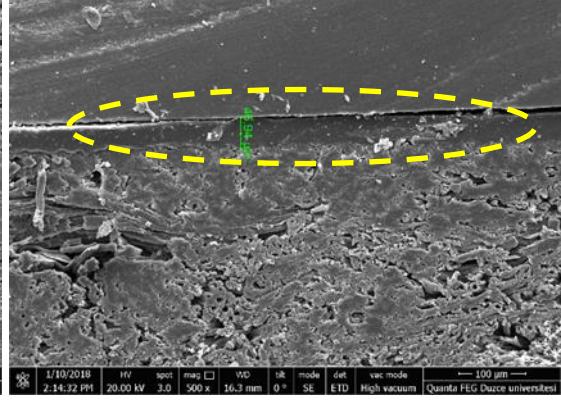
Kaplama çeşidi							
Akrilik		PVC		Doğu Kayını		Laminat	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
1,167	C	0,554	D	1,358	B	1,494	A*
LSD ± 0,01941							

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

Çizelge 4.5 sonucuna göre kaplama çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek laminat kaplamada, en düşük ise PVC kaplamada çıkmıştır.



Şekil 4.5. Laminat ile kaplanmış örnek



Şekil 4.6. PVC ile kaplanmış örnek.

Kaplama çeşidi düzeyinde SEM görüntüleri incelendiğinde Laminat kaplama ile lif levha arakesitinde düzgün ve boşluksuz bir yapışmanın gerçekleştiği, PVC kaplama ile kaplanmış örnekte ise tutkal katmanı ile PVC levha arakesitinde boşlukların oluştuğu, sağlıklı bir yapışmanın oluşmadığı tespit edilmiştir.

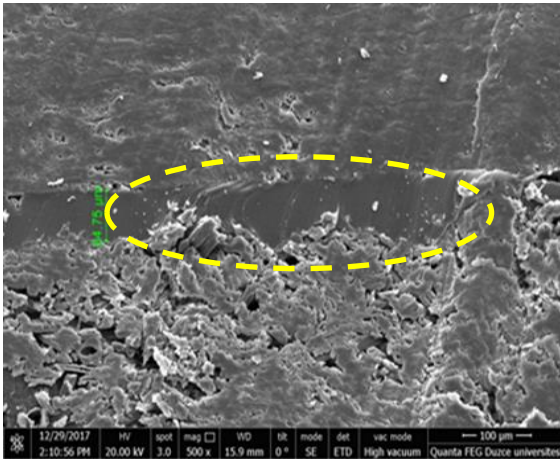
Tutkal çeşidi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.6'da verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.7 ve 4.8'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.6. Tutkal çeşidi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

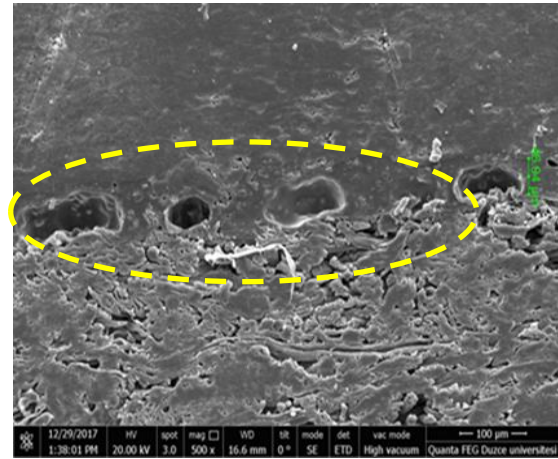
Tutkal çeşidi					
UF		PVAc		PU	
$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
1,163	B	0,888	C	1,379	A*
LSD $\pm$ 0,01681					

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir. **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.6 sonucuna göre tutkal çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek PU tutkalında, en düşük PVAc tutkalında elde edilmiştir



Şekil 4.7. PU tutkalı ile yapıştırılmış örnek.



Şekil 4.8. PVAc tutkalı ile yapıştırılmış örnek

Tutkal çeşidi düzeyinde SEM görüntüleri incelendiğinde, PU tutkalı ile yapıştırılan örneklerde boşluksuz düzgün bir tutkal katmanı oluşmuş, PVAc tutkalı ile yapıştırılan örneklerde ise tutkal katmanında kabarcık oluşumu gözlemlenmiştir.

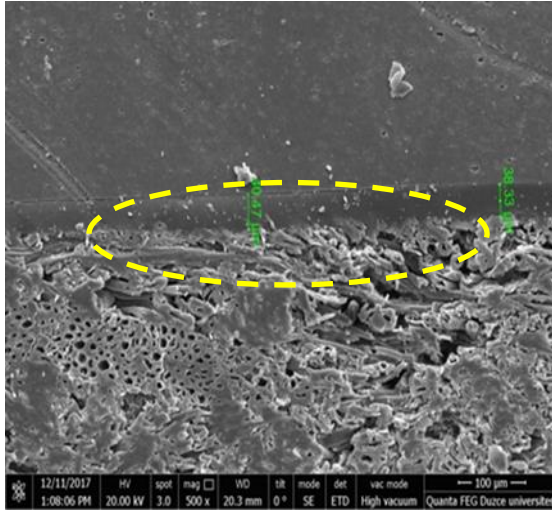
Levha çeşidi - modifikasyon oranı etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.9 ve 4.10'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.7. Levha çeşidi- modifikasyon oranı etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

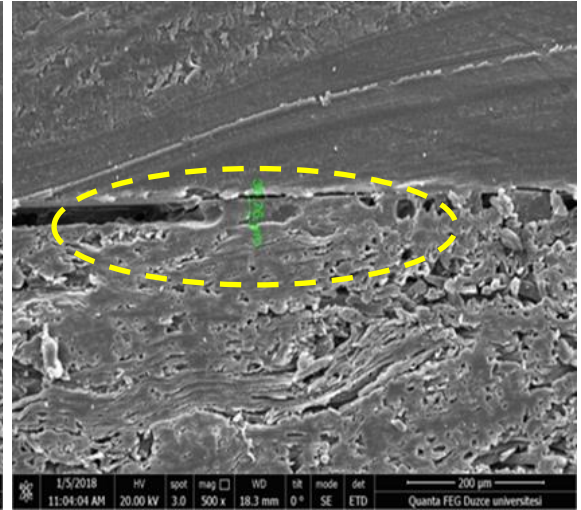
FAKTÖR AB**	% 3		% 6		% 9	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
<b>Kaya tuzu</b>	1,376	B	0,706	J	0,694	J
<b>Kalsit</b>	1,265	C	1,260	C	1,115	E
<b>Boraks pentahidrat</b>	0,950	GH	0,919	H	0,985	FG
<b>Talk</b>	1,186	D	0,997	F	0,793	I
<b>Kontrol</b>	1,634	A*	1,631	A*	1,634	A*
LSD $\pm$ 0,03759						

$\bar{x}$  :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.  
\*\*: **A**: Levha çeşidi, **B**: Modifikasyon oranı

Çizelge 4.7 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, kontrol örneklerinde, en düşük ise % 6 ve % 9 modifikasyon oranı kullanılarak kaya tuzu ile modifiye edilmiş örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.9. Kontrol örneği.



Şekil 4.10. %9 Kaya tuzu modifiyeli örnek.

Levha çeşidi-modifikasyon oranı etkileşimi SEM görüntüleri incelendiğinde, %9 kaya tuzu ile modifiye edilen lif levhanın, levha-tutkal arakesitinde boşluk oluşumu nedeni ile yeterli yapışmanın sağlanamadığı tespit edilmiştir.

Levha çeşidi - kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.8’de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.11 ve 4.12’de gösterilmiştir.

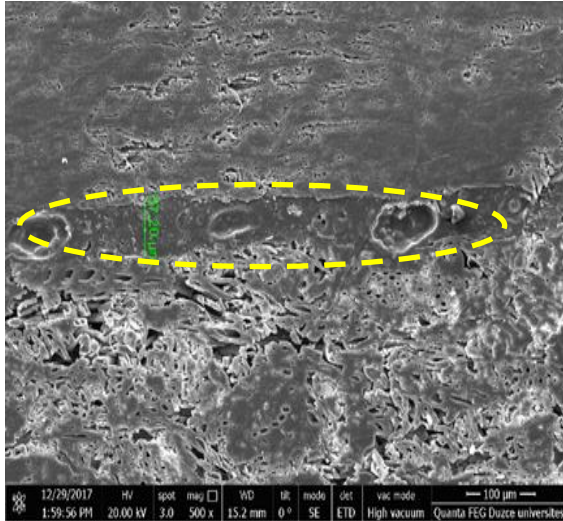
Çizelge 4.8. Levha çeşidi – kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR AC**	Akrilik		PVC		Doğu Kayını		Laminat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
<b>Kaya tuzu</b>	0,980	I	0,396	M	1,046	H	1,280	FG
<b>Kalsit</b>	1,250	G	0,589	K	1,473	E	1,541	D
<b>Boraks pentahidrat</b>	0,957	I	0,505	L	1,040	H	1,303	F
<b>Talk</b>	1,002	HI	0,462	L	1,261	FG	1,242	G
<b>Kontrol</b>	1,643	C	0,815	J	1,968	B	2,106	A*
LSD ± 0,04341								

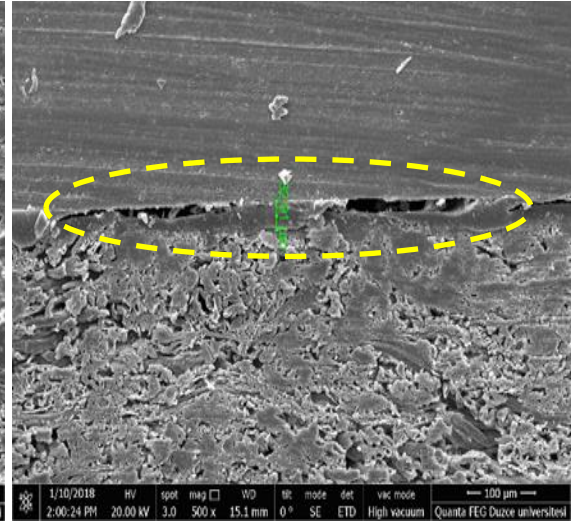
$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir

\*\* : A: Levha çeşidi, C: Kaplama çeşidi

Çizelge 4.8 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek laminat kaplama yapıştırılmış kontrol örneklerinde, en düşük kaya tuzu ile modifiye edilen PVC kaplama yapıştırılmış örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.11. Laminat kaplama yapıştırılmış kontrol örneği.



Şekil 4.12. Kaya tuzu ile modifiye edilen PVC kaplama yapıştırılmış örnek.

Levha çeşidi – kaplama çeşidi etkileşimi SEM görüntüleri incelendiğinde, kontrol örneğinde yeterli yapışmanın sağlandığı, kaya tuzu ile modifiye edilen levha ile PVC kaplama arakesitinde ise boşluk oluşumu nedeni ile yapışmanın gerçekleşmediği gözlemlenmiştir.

Modifikasyon oranı – kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.9’da verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.13 ve 4.14’de gösterilmiştir.

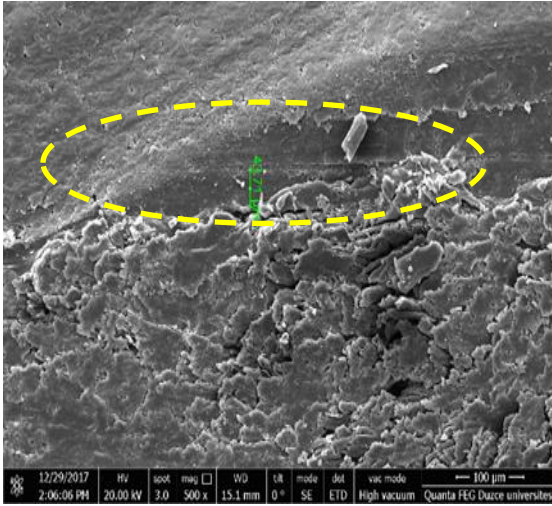
Çizelge 4.9. Modifikasyon oranı –kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR BC**	Akrilik		PVC		Doğu Kayını		Laminat	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
% 3	1,335	E	0,636	I	1,467	B	1,690	A*
% 6	1,107	G	0,542	J	1,243	F	1,403	C
% 9	1,058	H	0,483	K	1,364	DE	1,390	CD
LSD $\pm$ 0,03362								

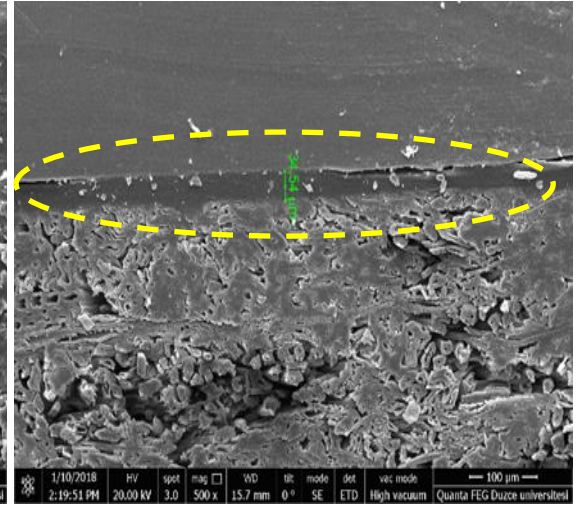
$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\* : **B**: Modifikasyon oranı, **C**: Kaplama çeşidi

Çizelge 4.9 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, laminat kaplama yapıştırılmış %3 modifikasyon oranı kullanılan örneklerde, en düşük PVC kaplama yapıştırılan %9 modifikasyon oranı kullanılan örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.13.Laminat kaplama yapıştırılmış %3 modifikasyonlu örnek



Şekil 4.14.PVC kaplama yapıştırılmış % 9 modifikasyonlu örnek

Modifikasyon oranı – kaplama çeşidi etkileşiminin SEM görüntüleri incelendiğinde, laminat kaplama yapıştırılmış %3 modifikasyon oranı kullanılan örneklerde sağlıklı bir yapışmanın elde edildiği görülmüştür.

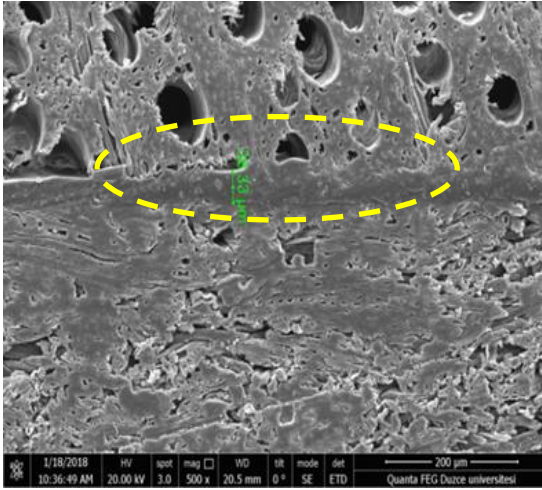
Levha çeşidi - tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırmalı sonuçları Çizelge 4.10’da verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.15 ve 4.16’da gösterilmiştir.

Çizelge 4.10. Levha çeşidi–tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

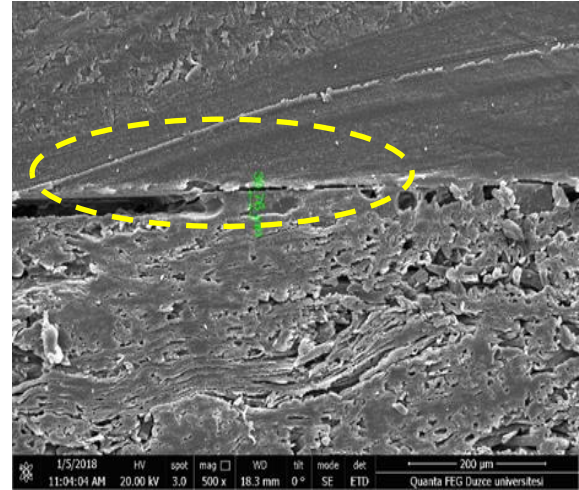
FAKTÖR AD**	UF		PVAc		PU	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
<b>Kaya tuzu</b>	0,908	G	0,698	J	1,171	F
<b>Kalsit</b>	1,207	EF	0,882	G	1,550	C
<b>Boraks pentahidrat</b>	0,885	G	0,761	I	1,198	F
<b>Talk</b>	0,909	G	0,829	H	1,238	DE
<b>Kontrol</b>	1,893	A*	1,270	D	1,737	B
LSD $\pm$ 0,03759						

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \* : En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir. \*\*: **A**: Levha çeşidi, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.10 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, UF tutkalı ile kaplama yapıştırılan kontrol örneklerinde, en düşük ise PVAc tutkalı ile kaplama yapıştırılan kaya tuzu ile modifiye edilmiş örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.15. UF tutkalı ile kaplama yapıştırılan kontrol örneği



Şekil 4.16. Kaya tuzu ile modifiye edilerek PVAc tutkalı ile kaplama yapıştırılan örnek

Levha çeşidi – tutkal çeşidi etkileşiminin SEM görüntüleri incelendiğinde, inorganik dolgu maddesi kullanılmadan üretilmiş lif levhalarda (kontrol), kaplamaların yüzeye sağlıklı bir şekilde yapıştığı, ancak özellikle kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde tutkalların tuz ile etkileşiminden dolayı yapışma derzinde boşlukların oluştuğu gözlenmiştir.

Modifikasyon oranı – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları çizelge 4.11’de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.17 ve 4.18’de gösterilmiştir.

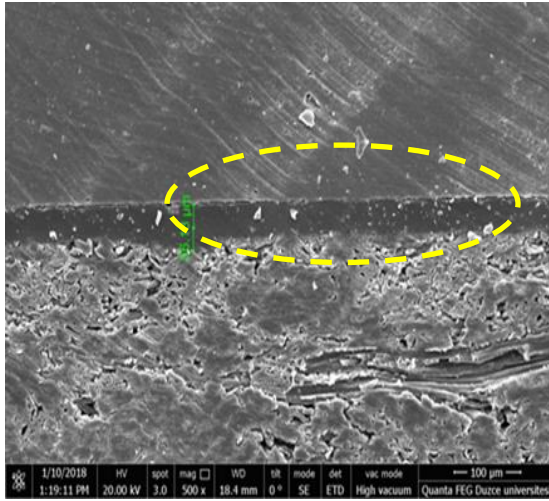
Çizelge 4.11. Modifikasyon oranı–tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR BD**	UF		PVAc		PU	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
% 3	1,323	B	0,965	E	1,557	A*
% 6	1,076	D	0,860	F	1,285	C
% 9	1,089	D	0,838	F	1,294	C
LSD $\pm$ 0,02912						

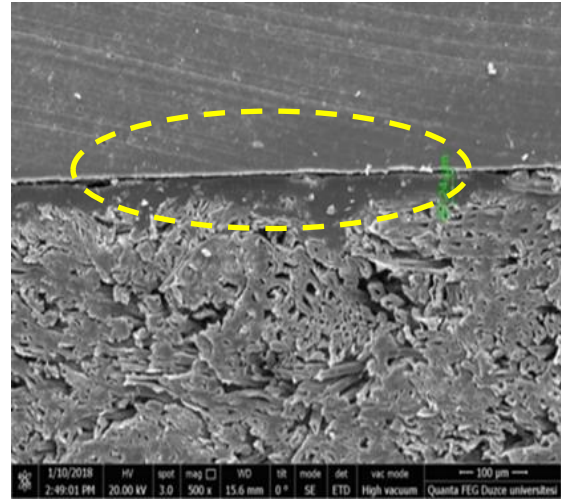
$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \* : En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\* : **B**: Modifikasyon oranı, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.11. sonucuna göre yapışma direnci en yüksek PU tutkalı kullanılarak kaplama yapıştırılan % 3 modifikasyonlu örneklerde, en düşük PVAc tutkalı kullanılarak kaplama yapıştırılan % 6 ve % 9 modifikasyonlu örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.17. %3 modifikasyonlu örnekte PU tutkalı ile kaplama yapıştırılması.



Şekil 4.18. %9 modifikasyonlu örnekte PVAc tutkalı ile kaplama yapıştırılması.

Modifikasyon oranı - tutkal çeşidi etkileşiminin SEM görüntüleri incelendiğinde, PU tutkalı kullanılarak %3 modifikasyonlu lif levhaya kaplama yapıştırmada sağlıklı bir yapışmanın elde edildiği görülmüştür.

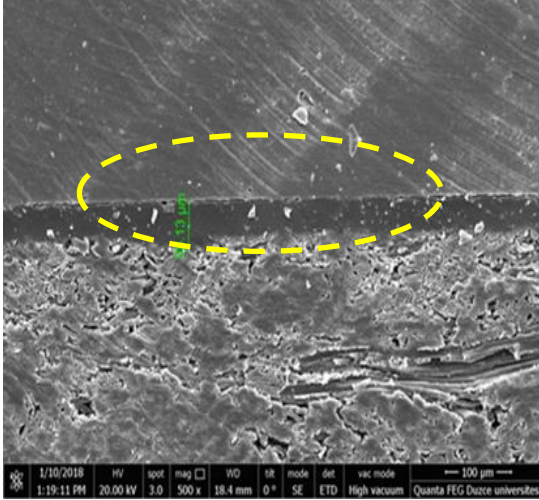
Kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.12’de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüsü Şekil 4.19’da, makroskobik görüntü ise 4.20’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.12. Kaplama çeşidi–tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

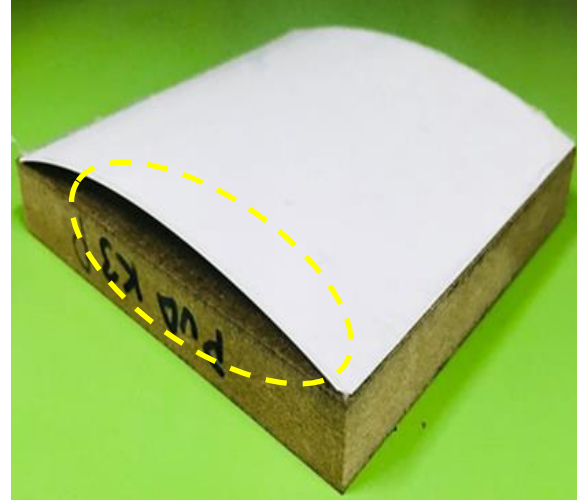
FAKTÖR CD**	UF		PVAc		PU	
	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Akrilik	1,424	D	0,529	H	1,546	C
PVC	0,000	I	0,000	I	1,662	A*
Doğu Kayını	1,618	B	1,387	E	1,068	G
Laminat	1,607	B	1,636	AB	1,239	F
LSD $\pm$ 0,03362						

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **G**: Homojenlik grubu, \* : En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.  
 \*\*: C: Kaplama çeşidi, D: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.12 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek PU tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamada, en düşük UF ve PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamada elde edilmiştir.



Şekil 4.19. PU tutkalı ile yapıştırılmış PVC kaplama örneği.



Şekil 4.20. PVAc tutkalı ile yapıştırılmış PVC kaplama örneği.

Kaplama çeşidi - tutkal çeşidi etkileşiminin Şekil 4.20'deki makroskobik görüntüsü incelendiğinde, PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamalarında, yapışmanın makroskobik düzeyde bile gerçekleşmediği, Şekil 4.19'daki SEM görüntüsünde ise PU tutkalı kullanılarak yapıştırılan PVC kaplamalarda yeterli bir yapışmanın olduğu gözlemlenmiştir. Levha çeşidi – modifikasyon oranı – kaplama çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.13.'de verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.21 ve 4.22'de gösterilmiştir.

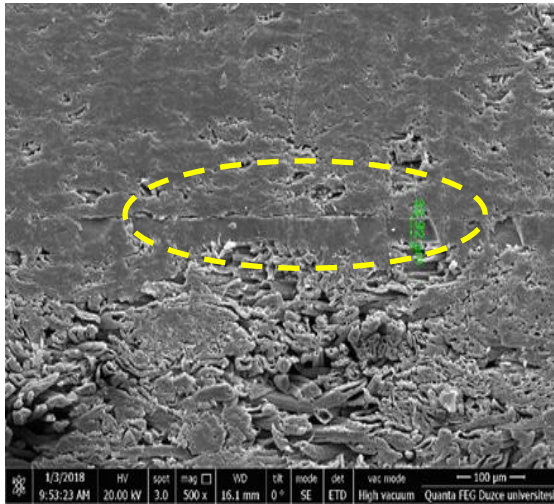
Çizelge 4.13. Levha çeşidi - modifikasyon oranı - kaplama çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR ABC**		Akrilik		PVC		Doğu Kayını		Laminat	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kaya tuzu	% 3	1,441	EF	0,622	Q	1,535	D	1,907	B
	% 6	0,770	OP	0,276	V	0,731	P	1,048	K
	% 9	0,729	P	0,290	V	0,871	MN	0,886	MN
Kalsit	% 3	1,406	FG	0,604	QRS	1,423	F	1,626	C
	% 6	1,172	J	0,626	Q	1,330	GH	1,332	GH
	% 9	1,172	J	0,537	RST	1,667	C	1,664	C
Boraks pentahidrat	% 3	0,936	M	0,611	QR	0,944	LM	1,305	H
	% 6	0,919	M	0,508	T	0,921	M	1,328	GH
	% 9	1,017	KL	0,396	U	1,255	HI	1,276	HI
Talk	% 3	1,249	HIJ	0,528	ST	1,459	DEF	1,507	DE
	% 6	1,032	K	0,484	T	1,272	HI	1,201	IJ
	% 9	0,726	P	0,375	U	1,052	K	1,018	KL
Kontrol		1,643	C	0,815	NO	1,973	B	2,106	A*
LSD $\pm$ 0,07519									

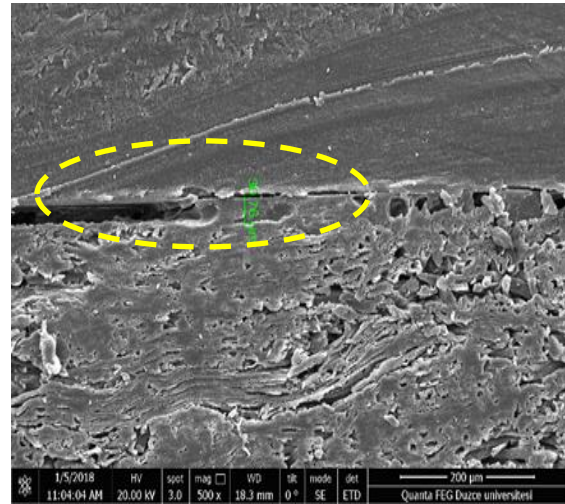
$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\* : **A**: Levha çeşidi, **B**: Modifikasyon oranı, **C**: Kapsama çeşidi.

Çizelge 4.13 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek laminat kaplama yapıştırılmış kontrol örneklerinde, en düşük PVC kaplama yapıştırılmış %6 ve %9 oranında kaya tuzu ile modifiye edilmiş örneklerde tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Laminat kaplanmış kontrol örneği.



Şekil 4.22. PVAc tutkalı ile yapıştırılan kaya tuzu ile modifiye edilen örnek.

Levha çeşidi - modifikasyon oranı - Kapsama çeşidi etkileşiminin SEM görüntüleri incelendiğinde, özellikle kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde PVAc tutkalı ile yapıştırılan kaplamanın ara kesitinde boşluklar olduğu gözlemlenmiştir.

Levha çeşidi - modifikasyon oranı - tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.15 ve 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.14. Levha çeşidi– modifikasyon oranı –tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR ABD**		UF		PVAc		PU	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kaya tuzu	% 3	1,402	DE	0,993	M	1,733	B
	% 6	0,619	S	0,594	S	0,905	NOP
	% 9	0,702	R	0,506	T	0,875	OPQ
Kalsit	% 3	1,324	FG	0,862	OPQ	1,608	C
	% 6	1,078	L	0,889	OPQ	1,367	EF
	% 9	1,220	HIJ	0,883	OPQ	1,676	B
Boraks pentahidrat	% 3	0,875	OPQ	0,722	R	1,246	HI
	% 6	0,879	OPQ	0,717	R	1,161	JK
	% 9	0,931	MNO	0,840	PQ	1,186	IJK
Talk	% 3	1,122	KL	0,973	MN	1,463	D
	% 6	0,908	NOP	0,827	Q	1,256	GIH
	% 9	0,697	R	0,688	R	0,994	M
Kontrol		1,893	A*	1,273	GH	1,737	B
LSD ± 0,06511							

$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \* : En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\* : **A**: Levha çeşidi, **B**: Modifikasyon oranı, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat

**PU**: Poliüretan

Çizelge 4.14 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, UF tutkalı kullanılarak kaplama yapıştırılan kontrol örneklerinde, en düşük PVAc tutkalı kullanılarak üzerine kaplama yapıştırılan % 9 oranında kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde tespit edilmiştir.

Levha çeşidi - modifikasyon oranı – tutkal çeşidi etkileşiminin SEM görüntüleri incelendiğinde, inorganik dolgu maddesi kullanılmadan üretilmiş lif levhalara (kontrol) UF tutkalı ile kaplama yapıştırılmasında yapışmanın yeterli düzeyde olduğu, ancak %9 kaya tuzu ile modifiye edilen örneklere PVAc tutkalı kullanılarak kaplama yapıştırılmasında tutkalın tuz ile etkileşiminden dolayı yapışma derzinde boşlukların oluştuğu gözlenmiştir.

Levha çeşidi – kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.15 verilmiş, bunlara ait SEM görüntüsü Şekil 4.23'de makroskobik görüntü ise Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

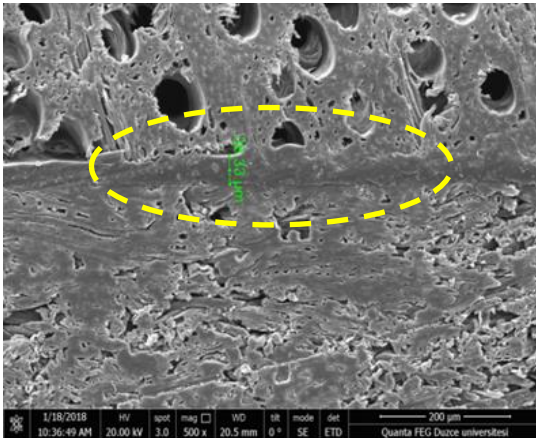
Çizelge 4.15. Levha çeşidi – kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR ACD**		UF		PVAc		PU	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kaya tuzu	Akrilik	1,175	QRSTU	0,510	Y	1,256	NOPQ
	PVC	0,000	Z	0,000	Z	1,190	OPQRST
	Doğu Kayını	1,184	PQRSTU	0,991	V	0,964	V
	Laminat	1,274	MNO	1,291	LMN	1,275	MNO
Kalsit	Akrilik	1,536	H	0,588	X	1,625	G
	PVC	0,000	Z	0,000	Z	1,768	F
	Doğu Kayını	1,664	G	1,311	KLMN	1,445	IJ
	Laminat	1,630	G	1,630	G	1,363	JKL
Boraks pentahidrat	Akrilik	1,267	MNOP	0,463	Y	1,143	STU
	PVC	0,000	Z	0,000	Z	1,516	HI
	Doğu Kayını	1,147	RSTU	1,191	OPQRST	0,783	W
	Laminat	1,168	QRSTU	1,392	JK	1,349	KLM
Talk	Akrilik	1,137	TU	0,638	X	1,233	NOPQR
	PVC	0,000	Z	0,000	Z	1,388	JK
	Doğu Kayını	1,269	MNOP	1,285	LMN	1,229	NOPQRS
	Laminat	1,230	NOPQRS	1,396	JK	1,101	U
Kontrol	Akrilik	2,007	E	0,450	Y	2,471	C
	PVC	0,000	Z	0,000	Z	2,447	C
	Doğu Kayını	2,828	A*	2,157	D	0,919	V
	Laminat	2,736	B	2,472	C	1,110	TU
LSD ± 0,07519							

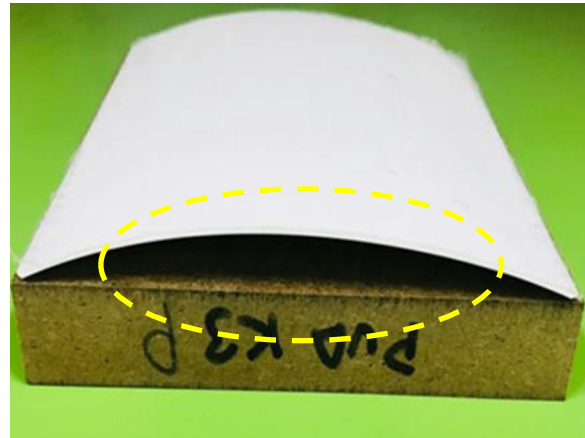
$\bar{x}$  : Aritmetik ortalama HG: Homojenlik grubu \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\* : A: Levha çeşidi, C: Kaplama çeşidi, D: Tutkal çeşidi UF: Üre formaldehit PVAc: Polivinil asetat PU: Poliüretan

Çizelge 4.15. sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, UF tutkalı kullanılarak kayın kaplama yapıştırılan kontrol örneklerinde, en düşük ise PVAc ve UF tutkalı kullanılarak PVC kaplama yapıştırılan tüm örnek yüzeylerinde elde edilmiştir.



Şekil 4.23. UF tutkalı ile Kayın kaplama yapıştırılan kontrol örneği.



Şekil 4.24. PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamalı örnek.

Levha çeşidi – kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi Şekil 4.23'deki SEM görüntüleri incelendiğinde, UF tutkalı ile yapıştırılan kayın kaplamalı kontrol örneklerinde tutkal derzinin yeterli katman kalınlığına sahip olduğu, sağlıklı bir yapışmanın elde edildiği, ancak Şekil 4.24'deki makroskobik görüntüde PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamalarda ise yapışmanın makroskobik düzeyde bile gerçekleşmediği gözlemlenmiştir.

Modifikasyon oranı- kaplama çeşidi - tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan testi karşılaştırma sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiş, bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.25 ve 4.26'da gösterilmiştir.

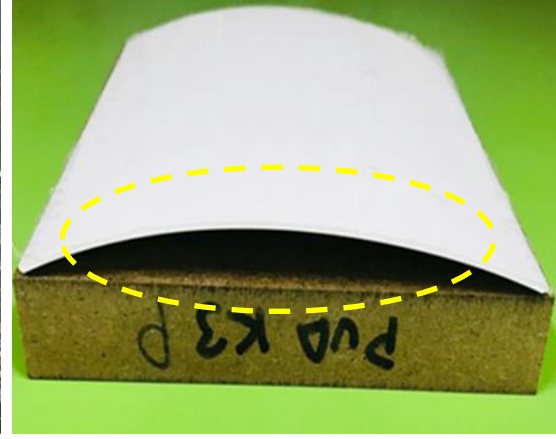
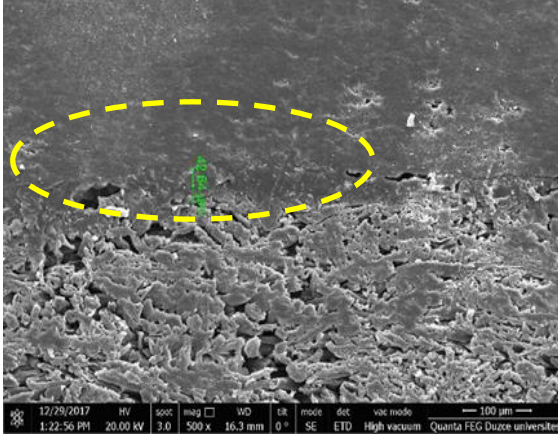
Çizelge 4.16. Modifikasyon oranı– kaplama çeşidi –tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

FAKTÖR BCD**		UF		PVAc		PU	
		$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
% 3	Akrilik	1,691	D	0,483	S	1,831	B
	PVC	0,000	T	0,000	T	1,910	A*
	Doğu Kayını	1,768	C	1,435	IJK	1,198	O
	Laminat	1,834	B	1,945	A*	1,291	MN
% 6	Akrilik	1,345	LM	0,545	R	1,431	IJK
	PVC	0,000	T	0,000	T	1,627	E
	Doğu Kayını	1,487	HI	1,348	LM	0,895	Q
	Laminat	1,471	HIJ	1,548	FG	1,189	O
% 9	Akrilik	1,237	NO	0,560	R	1,375	KL
	PVC	0,000	T	0,000	T	1,449	IJ
	Doğu Kayını	1,601	EF	1,379	KL	1,111	P
	Laminat	1,518	GH	1,414	JK	1,239	NO
LSD ± 0,05824							

$\bar{x}$  :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir.

\*\***B**: Modifikasyon oranı, **C**: Kaplama çeşidi, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.16 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek PVAc tutkalı kullanılarak laminat kaplama yapıştırılan ve PU tutkalı kullanılarak PVC kaplama yapıştırılan %3 modifikasyonlu örneklerde tespit edilmiştir. En düşük yapışma direnci ise tüm modifikasyon oranlarında PVAc ve UF tutkalı kullanılarak PVC kaplama yapıştırılan örneklerde elde edilmiştir.



Şekil 4.25.PVAc tutkalı kullanılarak laminat- Şekil 4.26. PVA tutkalı kullanılarak yapıştırılan %3 modifikasyonlu örnek. PVC yapıştırılan %3 modifikasyonlu örnek.

Modifikasyon oranı - kaplama çeşidi - tutkal çeşidi etkileşiminin Şekil 24'deki SEM görüntüsü incelendiğinde, PVAc ve PU tutkalı kullanılarak %3 modifikasyonlu lif levhalarda yeterli yapışma sağlandığı, ancak Şekil 4.26'deki makroskobik görüntüde tüm modifikasyon oranlarında PVAc ve UF tutkalı kullanılarak PVC kaplama yapıştırılmasında başarısız olduğu görülmüştür.

Levha çeşidi – modifikasyon oranı – kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi düzeyinde yapılan Duncan karşılaştırma toplu sonuçları Çizelge 4.17'de bunlara ait SEM görüntüleri Şekil 4.23 ve 4.24'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.17.Levha çeşidi – modifikasyon oranı – kaplama çeşidi –tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Faktör ABCD**			UF		PVAc		PU	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kaya tuzu	Akrilik	%3	1,763	GHIJK	0,536	#€	2,023	DE
		%6	0,821	$\Delta\mu\phi\psi$	0,654	$\epsilon\lessdot\vee$	0,834	$\Delta\mu\phi\psi\Phi$
		%9	0,940	$yz\%&\Sigma\Phi\psi\phi$	0,339	$\beta\alpha$	0,910	$\mu\phi\psi\Phi\Sigma\&\%$
	PVC	%3	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,868	FGH
		%6	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	0,828	$\Delta\mu\phi\psi$
		%9	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	0,873	$\Delta\mu\phi\psi\Phi\Sigma\&$
	Doğu Kayını	%3	1,805	GHIJ	1,352	YZabcdefgh	1,446	TUVYZab
		%6	0,803	$\epsilon\Delta\mu\phi\psi$	0,792	$\ve\epsilon\Delta\mu\phi$	0,599	$\epsilon\lessdot$
		%9	0,942	$yz\%&\Sigma\Phi\psi\phi$	0,826	$\Delta\mu\phi\psi$	0,846	$\Delta\mu\phi\psi\Phi\Sigma$
	Laminat	%3	2,040	CDE	2,084	CD	1,606	LMNOPRS
		%6	0,854	$\Delta\mu\phi\psi\Phi\Sigma$	0,931	$yz\%&\Sigma\Phi\psi\phi\phi$	1,358	YZabcdefg
		%9	0,927	$yz\%&\Sigma\Phi\psi\phi\phi$	0,857	$\Delta\mu\phi\psi\Phi\Sigma$	0,873	$\Delta\mu\phi\psi\Phi\Sigma\&$

$\bar{x}$  :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \*: En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir. \*\*: **A**: Levha çeşidi, **B**: Modifikasyon oranı, **C**: Kaplama çeşidi, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.17.(Devamı) levha çeşidi – modifikasyon oranı – kaplama çeşidi –tutkal çeşidi etkileşimi Duncan testi karşılaştırma sonuçları (N/mm<sup>2</sup>).

Faktör ABCD**			UF		PVAc		PU	
			$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG	$\bar{x}$	HG
Kalsit	Akrilik	%3	1,872	FGH	0,443	$\alpha\#$	1,902	EFG
		%6	1,466	RSTUVYZa	0,735	$\langle \rangle \vee \text{£} \Delta$	1,313	abcdefghijkl
		%9	1,270	cdefghijklm	0,586	€	1,659	JKLMNO
	PVC	%3	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,813	GHI
		%6	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,88	FGH
		%9	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,611	LMNOPR
	Doğu Kayını	%3	1,738	HIJKL	1,145	klmnoprstu	1,384	VYZabcdef
		%6	1,455	STUVYZa	1,284	cdefghijkl	1,250	defghijklmno
		%9	1,797	GHIJ	1,502	PRSTUVY	1,700	IJKLMN
	Laminat	%3	1,685	IJKLMN	1,859	GH	1,332	abcdefghijkl
		%6	1,390	VYZabcde	1,579	MNOPRST	1,024	tuvwxyz%&
		%9	1,813	GHI	1,447	TUVYZab	1,731	HIJKLM
Boraks pentahidrat	Akrilik	%3	1,343	Zabcdefghi	0,347	$\beta\alpha$	1,118	mnoprstu
		%6	1,231	efghijklmnop	0,273	$\beta$	1,254	defghijklmno
		%9	1,225	fghijklmnop	0,768	$> \vee \text{£} \Delta \mu$	1,056	stuvwxyz%
	PVC	%3	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,835	GHI
		%6	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,524	OPRSTUV
		%9	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,189	ijklmnoprs
	Doğu Kayını	%3	1,001	tuvwxyz%& $\Sigma$	0,953	vyz%& $\Sigma\Phi\psi$	0,878	$\Delta\mu\text{£}\phi\psi\Phi\Sigma\&$
		%6	1,144	klmnoprstu	1,251	defghijklmno	0,368	$\beta\alpha$
		%9	1,295	bcdefghijk	1,367	YZabcdef	1,100	oprstuv
	Laminat	%3	1,156	ijklmnoprst	1,607	LMNOPRS	1,151	klmnoprst
		%6	1,141	klmnoprstu	1,343	Zabcdefghi	1,498	PRSTUVYZ
		%9	1,205	ghijklmnoprs	1,225	fghijklmnop	1,397	UVYZabcd
Talk	Akrilik	%3	1,470	RSTUVYZa	0,638	$\text{€} \langle \rangle$	1,637	KLMNOP
		%6	1,197	hijklmnoprs	0,616	$\text{€} <$	1,282	cdefghijkl
		%9	0,743	$\langle \rangle \vee \text{£} \Delta$	0,658	$\text{€} \langle \rangle \vee \text{£}$	0,779	$> \vee \text{£} \Delta \mu \text{£}$
	PVC	%3	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,584	MNOPRST
		%6	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,454	STUVYZa
		%9	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	1,125	lmnoprstu
	Doğu Kayını	%3	1,465	RSTUVYZa	1,551	NOPRSTU	1,361	YZabcdefg
		%6	1,201	ghijklmnoprs	1,278	cdefghijkl	1,336	abcdefghijkl
		%9	1,140	klmnoprstu	1,026	tuvwxyz%&	0,990	uvwxyz%& $\Sigma\Phi$
	Laminat	%3	1,550	NOPRSTU	1,702	IJKLMN	1,267	cdefghijklmn
		%6	1,233	efghijklmnop	1,416	UVYZabc	0,953	vyz%& $\Sigma\Phi\psi$
		%9	0,905	$\mu\text{£}\phi\psi\Phi\Sigma\&\%$	1,069	rstuvwxyz	1,081	prstuvy
Kontrol	Akrilik	2,006	DEF	0,450	$\alpha\#$	2,480	B	
	PVC	0,000	$\phi$	0,000	$\phi$	2,450	B	
	Doğu Kayını	2,830	A*	2,170	C	0,920	$\mu\text{£}\phi\psi\Phi\Sigma\&\%z$	
	Laminat	2,740	A*	2,480	B	1,110	noprstu	

LSD: 0,064787

$\bar{x}$  :Aritmetik ortalama, **HG**: Homojenlik grubu, \* : En yüksek yapışma direnci değerini ifade etmektedir. \*\*: **A**: Levha çeşidi, **B**: Modifikasyon oranı, **C**: Kaplama çeşidi, **D**: Tutkal çeşidi **UF**: Üre formaldehit **PVAc**: Polivinil asetat **PU**: Poliüretan

Çizelge 4.17 sonucuna göre yapışma direnci en yüksek, üre formaldehit tutkalı kullanılarak kayın ve laminat kaplama yapıştırılan kontrol örneklerinde (Şekil 4.23), en düşük yapışma direnci ise tüm modifikasyon oranlarında PVAc ve UF tutkalı kullanılarak PVC kaplama yapıştırılan örneklerde tespit edilmiştir (Şekil 4.24).

Levha çeşidi – modifikasyon oranı – kaplama çeşidi – tutkal çeşidi etkileşimi SEM görüntüleri incelendiğinde, UF tutkalı ile yapıştırılan kayın kaplamalı kontrol örneklerinde tutkal derzinin yeterli katman kalınlığına sahip olduğu, sağlıklı bir yapışmanın elde edildiği, ancak PVAc tutkalı ile yapıştırılan PVC kaplamalarda ise yapışmanın makroskopik düzeyde bile gerçekleşmediği gözlemlenmiştir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma sonuçlarına göre, farklı inorganik dolgu maddeleriyle modifiye edilmiş lif levhaların PU, PVAc ve UF tutkalı kullanılarak akrilik, PVC, Doğu kayını ve laminat kaplama ile kaplanmasında lif levha çeşidi, modifikasyon oranı, tutkal çeşidi ve kaplama çeşidinin etkili olduğu tespit edilmiştir.

Levha çeşidi düzeyinde lif levhalara yapılan inorganik madde modifikasyonu, kaplama yapışma direncini düşürücü etki yapmıştır. Araştırma sonuçlarına göre kalsit %25, talk % 38, boraks pentahidrat %42 oranında yapışmayı olumsuz yönde etkilerken, en fazla etki %44 ile kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde tespit edilmiştir. İnorganik dolgu maddesi ile modifikasyon yapılmamış kontrol örneklerinde ise yüksek yapışma direnci elde edilmiştir. Bu durumun inorganik minerallerin levha taslağı içinde dolgu görevi görmesi, bu maddelerin lif levhaların mekanik özelliklerini artıran liflerdeki bağlanmayı (keçeleşmeyi) engellemesi, dolayısı ile levha kohezyonunda düşüş meydana getirmesinden kaynaklanmış olabilir. Literatürde de lif levha üretiminde kullanılan inorganik minerallerin kimyasal ve geometrik yapısının yapışmada etkili olduğu, yüzey kaplamalarının yapışma performansının belirlenmesi deneylerinde yapışmayı kaplama ve yapıştırıcıdan ziyade levha çeşidinin iç kohezyon direncinin belirlediği, yapışma testlerinde kopmaların genelde yapışma katmanından değil levhanın iç katmanlarından gerçekleştiği belirtilmiştir (Nemli, 2000; Kılıç, 2006; Çamlıbel, 2012; Kara vd. 2018). Ayrıca çalışmada genel olarak kaya tuzu ile modifiye edilen örneklerde düşük yapışma direnci elde edilmiştir. Bu durumun inorganik dolgu maddesi olarak kullanılan bazik (alkali) özellikteki kaya tuzunun lif levha üretiminde kullanılan ağaç liflerinin kimyasal yapısına zarar vermesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Modifikasyon oranı düzeyinde, levha üretiminde kullanılan inorganik dolgu maddelerinin artış oranı ile doğru orantılı olarak, kaplama yapışma performansının düştüğü görülmüştür. Buna göre örneklerde kullanılan %3'lük modifikasyon oranında %22, %6'luk modifikasyon oranında %33, %9'luk modifikasyon oranında %38 civarında yapışma başarısızlığı tespit edilmiştir. Bu durum, inorganik dolgu maddeleri oranının artışı ile lif levhalardaki boşluk hacminin azalması, yoğunluğun artması, dolayısı ile mekanik adezyon oluşmadığı için kaplama yapışma direncinin de düşmesi şeklinde açıklanabilir.

Literatürde de inorganik dolgu maddesi miktarı arttıkça levha yüzeyine dik yönde çekme mukavemetinin azaldığı, düşük oranda (%3) kullanılan inorganik dolgu artışı ile lif levhalardaki boşluk hacminin azalması, yoğunluğun artması, dolayısı ile mekanik adezyon oluşmadığı için kaplama yapışma direncinin de düşmesi şeklinde açıklanabilir. Literatürde de inorganik dolgu maddesi miktarı arttıkça levha yüzeyine dik yönde çekme mukavemetinin azaldığı, düşük oranda (%3) kullanılan inorganik dolgu minerallerinin lifler arası boşlukları doldurduğu, ancak lifler arası bağlara fazla etki etmediği, dolayısı ile deney sonuçlarının kontrol levhasına yakın değerler verdiği belirtilmiştir (Çamlıbel, 2012). Modifikasyon oranı düşük olan levhaların SEM görüntüleri incelendiğinde de tutkalın levha lifleri arasında yerleşerek mekanik adezyon oluşturduğu görülmüştür (Şekil 4.25). Dolgu maddelerinin oranının artması mekanik adezyon oluşmasını engellediği için kaplama yapışma direncini düşürdüğü düşünülmektedir. Literatürde ahşabın yapıştırılmasında, anatomik özellikleri ve yapıştırıcı reçine özellikleri gibi birçok faktörün etkili olduğu, yapıştırıcının nüfuz derinliğinin yapışmanın kalitesini belirleyen önemli etkenlerden biri olduğu vurgulanmıştır (Kamke ve Lee, 2007). Çalışma literatürle uyumlu çıkmıştır.

Araştırmada kaplama çeşidi farklılığının yapışma direnci değerlerine etki ettiği belirlenmiştir. Kaplama çeşidi düzeyinde en iyi yapışma direnci kayın kaplamada elde edilirken PVC kaplamada yeterli yapışma sağlanamamıştır. Yapışma direncinin kayın kaplamada yüksek çıkması, gözenekli bir yapıda olması ve yapıştırıcıların bu gözenekleri doldurması sonucunda mekanik bir adezyon oluşturmasından kaynaklanmış olabilir. Literatürde ağaç malzemenin tutkallar ile yapıştırılmasında adezyonun; yüzeyin ıslanabilme yeteneği, penetrasyon, reaksiyon, polimerizasyon, porozite, pH, rutubet derecesi, ekstraktif maddeler, kimyasal etkileşimler, serbest yüzey enerjisi, yüzey alanı ve yapıştırıcı ile temas edecek odun yüzeyi gibi nedenlerden dolayı farklılıklar gösterdiği ifade edilmektedir (Rowell, 1996; Mahlberg vd. 1998; Winfiel vd. 2001). PVC kaplamada düşük yapışma direnci elde edilmesinde ise kaplama malzemesi ve levha arakesitinde kalan tutkal derzindeki boşluk/kabarcık oluşumu ve yanlış tutkal tercihi etkili olmuş olabilir. Benzer çalışmalarda, kullanılan kaplama türü ve kalınlıklarının yapışma direncine etkisinin bulunmadığı, yapışma başarısızlığının yapışma yüzeyinden değil, levha katmanları yada kohezyonundan kaynaklandığı ifade edilmiştir (Nemli, 2003; Kılıç, 2006; Budakçı 2008, 2010).

Yapıştırıcı çeşidi düzeyinde yapışma direnci en yüksek PU, daha sonra UF, en düşük ise

PVAc tutkalında elde edilmiştir. PU tutkalı, UF tutkalına oranla %18, PVAc tutkalına göre %55 daha iyi bir yapışma performansı göstermiştir. Araştırmada kullanılan PU tutkalı tüm kaplama çeşitlerinin yapıştırılmasında uyumlu bulunurken, PVAc ve UF tutkalları özellikle PVC kaplamanın yapıştırılmasında uyumsuz çıkmıştır. Araştırmada PVC kaplama tüm lif levha yüzeylerinde özellikle UF ve PVAc tutkallarında istenilen yapışmayı sağlanamamıştır. Bu durumun PVC yapıştırmada kullanılan yapıştırıcıların uyumsuzluğundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde yüzey kaplama işlemlerinde kullanılan tutkalların hem levha hem de yapıştırıldığı malzeme ile uyum sağlayacak nitelikte olmak zorunda olduğu belirtmiştir (Johns ve Gillespie 1980; Kayış, 2016). Farklı çalışmalarda kaplamalı işlerin yapıştırılmasında yapışma direnci bakımından UF ve PVAc tutkalı kullanımının ön plana çıktığı belirtilmektedir (Vick, 1999; Budakçı, 2010). Ancak bu çalışmada inorganik dolgu maddeleri ile modifiye edilen lif levhaların yüzey kaplamalarının yapıştırılmasında PU tutkalı daha iyi sonuçlar vermiştir.

Araştırmada PU tutkalı, kayın kaplamanın yapıştırılmasında UF tutkalına göre daha zayıf bir yapışma sağlamıştır. Bu durumun PU tutkalının ahşap esaslı kaplama yapıştırmak için metrekareye uygulanan miktarının ( $80 \text{ g/m}^2$ ) yetersiz olmasından, hot-melt özelliği taşıdığı için uygulama esnasında kayın kaplama gözeneklerine nüfuz etmemesinden dolayı ile yapışma derzinde yeterli tutkal tabakası oluşturamamış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde tutkal, ağaç malzeme gözeneklerini tamamen doldurur ve iki parça arasında tutkal tabakası oluşmazsa ve bu tabakanın oluşumu yer yer aksarsa yapışma olayının zayıfladığı ifade edilmektedir (Kızılırmak, 2007). Ayrıca yüksek yapışma direnci istenilen kaplamalı işlemlerde; lif levha veya kontrplak levha yüzeylerine kaplamaların yapıştırılması, zorunlu olmadıkça kontak yapıştırıcısının kullanılmaması, PVAc veya UF yapıştırıcısının tercih edilmesi, bu yapıştırıcıların gereksiz miktarlarda kullanımını azaltmak ve ekonomi sağlamak için metrekareye 150 g. uygulanması önerilmiştir (Budakçı 2008, 2010).

Bu sonuçlar doğrultusunda yüzeylerine çeşitli kaplama yapıştırılacak lif levhalara, kaya tuzu ile modifikasyon yapılmaması, kalsit yada talk minerallerinin de %3 den fazla kullanılmaması önerilebilir. Kaplamalı yüzeylerde yüksek yapışma direnci isteniyor ise doğal ahşap kaplamaların yapıştırılmasında kullanım kolaylığı ve ekonomikliğinden dolayı UF tutkalının kullanılması, PVC kaplamaların yapıştırılmasında ise PU tutkalının tercih edilmesi önerilebilir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ahşap esaslı levhalar - Yüzey sağlamlığı - Deney metodu, TS EN 311 2005.
- Akkılıç, H. (1998). ‘Farklı Yüzey Malzemeleriyle Kaplanmış Yonga Levhalarda Teknolojik Özelliklerin Araştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Akkılıç, H. (2004). Farklı yüzey malzemeleri ile kaplanan yonga levhaların teknolojik özellikleri, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık dergisi* 54 (2), 109-129
- Altınok, M. (1995). ‘Sandalye Tasarımında Gerilme Analizine Göre Mukavemet Elemanlarının Boyutlandırılması’, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Altınok, M., (1999). Yonga ve Lif Levhalarda Ahşap Kaplama İle Kama Dişli ve Çıtalı Boy Birleştirmelerin Eğilme direncine etkileri, *Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Politeknik Dergisi*, 2(4), 65 – 71.
- Anonim, <http://www.boren.gov.tr/tr/bor/bor-rezervler> (Erişim tarihi 10.07.20186c)
- Anonim, [http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/c95fa5740ba01a8\\_ek.pdf](http://www.maden.org.tr/resimler/ekler/c95fa5740ba01a8_ek.pdf) (Erişim tarihi 10.07.2018b)
- Anonim, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/kaya-tuzu> Erişim tarihi 10.07.2018a)
- Anonim, <http://www.mta.gov.tr/v3.0/bilgi-merkezi/talk> (Erişim tarihi 10.07.2018d)
- Anonim, <http://www.plasticlevha.com/pmma-abs> (erişim Tarihi: 15.12. 2018k)
- Anonim, [https://ceysanvakum.com/ABS\\_plastik\\_ozellikleri.asp](https://ceysanvakum.com/ABS_plastik_ozellikleri.asp) (erişim tarihi 29.11.2018h)
- Anonim, [https://www.academia.edu/5459002/Ah%C5%9Fap\\_Kaplamalar\\_ve\\_uygulama\\_esasları](https://www.academia.edu/5459002/Ah%C5%9Fap_Kaplamalar_ve_uygulama_esasları) (erişim tarihi 26.11.2018e)
- Anonim, [https://arac.kastamonu.edu.tr/images/2018/bolumler/ormancilik-ve-orman-urunleri/Duyurular/ORU203\\_orman\\_urunlerinden\\_faydalanma\\_ders\\_notu.pdf](https://arac.kastamonu.edu.tr/images/2018/bolumler/ormancilik-ve-orman-urunleri/Duyurular/ORU203_orman_urunlerinden_faydalanma_ders_notu.pdf) (Erişim tarihi 22.11.2018f)

- Anonim. <http://www.isikahsap.com.tr/urun-detay.php?p=82> (Erişim tarihi 26.11.2018j)
- Asgher, M., Ahmad, Z., & Iqbal, H. M. (2017). Bacterial cellulose-assisted de-lignified wheat straw-PVA based bio-composites with novel characteristics. *Carbohydrate polymers*, 161, 244-252.
- Asgher, M., Ahmad, Z., & Iqbal, H. M. N. (2013). Alkali and enzymatic delignification of sugarcane bagasse to expose cellulose polymers for saccharification and bio-ethanol production. *Industrial Crops and Products*, 44, 488-495.
- Aslan, H. İ. (2008). ‘Yařar Ahşap A.ř. İşletmesindeki Kaplama Üretimini İncelenmesi ve Bu Fabrikada Üretilen Kaplamalarla Diğer Tip Kaplamaların Kıyaslanması’, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Aslan, M. (2007). ‘İçme suyu arıtma çamurunun çimentolu yonga levha üretiminde kullanımı’, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Aslan, M. ve Kalaycıoğlu, H. (2005) . Çimentolu kompozit levhalar, *Laminart, Mobilya Dekorasyon & Sanat & Tasarım*, 6, 102-108.
- Batalla, L., Nunez, A. J. ve Marcovich, N. E. (2005). Particleboards from peanut-shell flour. *Journal of Applied Polymer Science*, 97(3), 916-923.
- Beřková, B., Stárková, M., řárka, E., Gojny, J. ve Bubník, Z. (2009). Application of carbonatation lime as a filler for adhesives. *Sugar Industry/Zuckerindustrie*, 134(7), 486-490.
- Bozkurt, A. Y. Ve Göker, Y. (1981). *Orman Ürünlerinden Faydalanma Ders Kitabı*, İstanbul üniversitesi Orman Fakültesi yayınları 2840/297, İstanbul, Türkiye, ss.144-148.
- Budakçı, M. (2003). ‘Pnömatik Adezyon Deney Cihazı Tasarımı, Üretimi ve Ahşap Verniklerinde Denenmesi’, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Budakçı, M. (2008). *Ahşap Kaplama ve Suni Reçine Plaka (Laminat) Yapıştırıcılarının Yapışma Direncinin Belirlenmesi*, Düzce Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi No: BAP 2005.06.01.227.

- Budakci, M. (2010). The determination of adhesion strength of wood veneer and synthetic resin panel (laminated) adhesives. *Wood Research*, 55(2), 125-136.
- Budakçı, M. ve Akkuş, M. (2011). Bazı ahşap esaslı levhalarda kaplama yapışma direncinin belirlenmesi, *International Advanced Technologies Symposium*, Elazığ, Turkey, 2011, ss.63-71.
- Burdurlu, E. (1994). *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim – Kullanım Teknolojisi*, Ankara, Türkiye, Bizim Büro Basımevi.
- Burdurlu, E. (2001). *Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim – Kullanım Teknolojisi, Ders notları*, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çamlıbel, O. (2012). ‘Orta yoğunlukta levha (MDF) üretiminde inorganik dolgu maddelerinden kaya tuzu, kalstit, boraks penta hidrat ve talk minerallerinin kullanılabilirlik olanaklarının araştırılması’, Doktora tezi, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye.
- Diler, H. (2001). ‘Kutu Konstrüksiyonlu Mobilya Köşe Birleştirmelerde Vida Çapının Çekme Ve Basınç Dirençlerine Etkisi’. Yüksek Lisans Tezi”, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Erkan, Z. E. ve Malayoğlu, U. (2001). Kâğıt-karton sanayinde kullanılan endüstriyel hammaddeler ve özellikleri, *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, ss. 18-19.
- Eroğlu, H. (1988). *Lif levha Endüstrisi, Ders Notları*, Karadeniz teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Eroğlu, H. (1994). *Lif Levha Endüstrisi, Ders Notları*, Karadeniz teknik Üniversitesi Trabzon.
- Fowler, P. A., Hughes, J. M. Ve Elias, R. M. (2006). Biocomposites: technology, environmental credentials and market forces. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(12), 1781-1789.
- Gentaş A.Ş. İşletme İçeri Seminer Notları, Bolu, Mayıs 2001.
- Gillespie, R. H. ve Lewis, W. C. (1972). *Evaluation of adhesives for building construction*, USDA Forestry Service Research Laboratory.: 172, Madison, USA.
- Göker, Y., (1976). Kontrplak, kontratabla ve yonga Levhaları sanayiinde kullanılan tutkallar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları*, Seri: B, Cilt.16, 90-99

- Göker, Y., Kantay, R. ve Kurtoğlu, A. (1984) Üç tabakalı ve okal tipi yonga levhaların teknolojik özellikleri üzerine araştırmalar, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları*, 367, 111 – 112.
- Güller, B. (2001). Odun kompozitleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A (2), 135-160.
- Halvarsson, S., Norgren, M. ve Edlund, K. (2005). Processing of wheat straw materials for production of medium density fiberboard (MDF). In *59th Appita Annual Conference and Exhibition: Incorporating the 13th ISWFPC (International Symposium on Wood, Fibre and Pulping Chemistry)*, Auckland, New Zealand, 16-19 May 2005: *Proceedings* (p. 623). Appita Inc..
- Huş, S. (1992). *Ağaç Malzeme Tutkalları*, İstanbul, Türkiye, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, No:2327.
- Iqbal, H. M. N. Kyazze, G. Ve Keshavarz, T. (2013). Advances in the valorization of lignocellulosic materials by biotechnology: An overview, *BioResources* 8,(2), 3157-3176.
- Johns W. ve Gillespie, R. H. (1980). *Wood adhesives, Reserch, application and Industrial*. USDA Forest Service Research Laboratory: 172, Madison, USA, 1980
- Kalaycıoğlu, H. Yel, H ve Dönmez Çavdar, A. (2012). Çimentolu odun yünü kompozitleri ve kullanım alanları, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 12 (1), 122-133.
- Kamke, F. A. ve Lee, J. N. (2007). Adhesive penetration in wood-A review. *Wood and fiber science*, 39 (2), 205-220
- Kara, A. Budakçı, M. ve Çamlıbel, O. (2018). The effect of fiberboard modification on adhesion strength to polyvinyl chloride (PVC) sheets or eastern Beech (*Fagus orientalis* L.) veneers. *BioResources*, 13 (4), 8295-8309.
- Karayılmazlar, S. ve Aşkın, A., (2001). Laminat üretimi, teknolojisi ve önemi, *Zongultak Karaelmas Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 3,(3), 106-117.

- Kayış, S. (2016). ‘Farklı özelliklerde pvc folyo ile farklı tekniklerde kaplanmış mdf lerin fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş stc imam niversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş. Türkiye.
- Keimel, F.A. (2003). *Handbook of Adhesive Technology*, 2nd ed, , New York, USA, Marcel Dekker, Historical Development of Adhesives and Adhesive Bonding,Chapter 1, pp. 1-12.
- Kılıç, İ. (2006). ‘Bazı ahşap esaslı levhalarda kaplama yapışma direncinin belirlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Kızılırmak, H. (2004). ‘Kestane ağacının laminasyon özelliklerinin belirlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya, Türkiye, 2004.
- Kim, S., & Kim, H. J. (2005). Effect of addition of polyvinyl acetate to melamine-formaldehyde resin on the adhesion and formaldehyde emission in engineered flooring. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 25(5), 456-461.
- Kleberit hotmelt 706.1 tutkalı tanıtım kataloğu 2016
- Kumar, P., Barrett, D. M., Delwiche, M. J., & Stroeve, P. (2009). Methods for pretreatment of lignocellulosic biomass for efficient hydrolysis and biofuel production. *Industrial & engineering chemistry research*, 48(8), 3713-3729.
- Kreli, İ. (1996). ‘Yonga ve Lif Levhaların Islak Meknlerde Kullanma İmknları zerine Araştırmalar’, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Lee, S., Shupe, T. F. ve Hse, C. Y. (2006). Mechanical and physical properties of agro-based fiberboard. *Holz als Roh-und Werkstoff*, 64(1), 74-79.
- Lif levhalar - zellikler - Bölüm 5: Kuru iřlemlı levhalar (mdf) için gerekler, TS-EN 622-5, 2011

- Mahlberg, R., Niemi, H. M., Denes, F. ve Rowell, R. M. (1998). Effect of oxygen and hexamethyldisiloxane plasma on morphology, wettability and adhesion properties of polypropylene and lignocellulosics. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 18(4), 283-297.
- Matahwa, H.Ramiah V. and Sanderson, R. D. (2008). Calcium carbonate crystallization in the presence of modified polysaccharides and linear polymeric additives, *J Cryst Growth*, 310 (21), 4561-4569.
- Muğla, K. (2010). ‘Farklı Yüzey Kaplama Malzemelerinin MDF Levhaların Yüzey özelliklerine Üzerine Etkileri’, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Nemli, G. (2000). ‘Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga Levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri’, Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Nemli, G. (2003). *Sentetik Laminat Endüstrisi, Ders Notları*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Ntalos, G. A. ve Grigoriou, A. H. (2002). Characterization and utilisation of vine prunings as a wood substitute for particleboard production. *Industrial Crops and Products*, 16(1), 59-68.
- Odun lifi levhaları ve yonga levhaları - Terimler ve tarifler, TS 2129, 2012
- Öktem, E. ve Karacalıoğlu, T. (1976). Bazı Ağaç Türlerimiz Odunlarının Yapışma Özellikleri Üzerine Araştırmalar. *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi*, (81), 1-23.
- Önem, B. (2018). ‘MDFLAM üretiminde bazı faktörlerin düzlemden sapma değerleri üzerine etkisinin belirlenmesi’, Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye.
- Örs, Y. (1987). *Kama Dişli Birleşmeli Masif Ağaç Malzemedeki Mekanik Özellikler*, Trabzon, Türkiye, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları, Yayın No:11,s. 107
- Örs, Y. ve Keskin, H. (2001). *Ağaç Malzeme Bilgisi*, 1. Baskı, İstanbul, Türkiye, Atlas Yayın Dağıtım, s. 183.

- Özçiftçi, A. (1995). ‘Yonga Levha ile Hazırlanan Mobilya Köşe Birleştirmelerine Ait Mukavemet Özelliklerinin Araştırılması’, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Özdemir, T. (1996). ‘Mutfak Mobilyası Üretiminde Kullanılan Yüzey Kaplama Malzemelerinin Yonga Levha Kalitesi Üzerine Etkileri’, Yüksek lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Özen, R. (1978). *Ağaç Malzeme Yapıştırıcı Malzemeleri, Ders Notları*, Karadeniz teknik Üniversitesi Trabzon, 1978
- Özen, R. (1979). *Kaplama ve Tabakalı Ağaç Malzeme, Ders Notları*, Karadeniz teknik Üniversitesi Trabzon.
- Özen, R. (1980). *Yonga Levha Endüstrisi, Ders Notları*, Karadeniz teknik Üniversitesi Trabzon.
- Özen, R. (1996). Lif levhaların fiziksel ve mekaniksel özellikleri ve bunlara tesir eden faktörler, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 25,(2), 49-84.
- Pérez, J., Munoz-Dorado, J., De la Rubia, T. D. L. R. ve Martinez, J. (2002). Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International microbiology*, 5(2), 53-63.
- Plath, E. ve Plath, L. (1963). *Taschenbuch Der Kitten Und Klebstoffe.*, Stuttgart, Almanya: Gesellschaft MBH Baskı, 1963, Wiessenschaftliche Verlags, pp.1-256.
- River, B. H. (1994). Handbook of Adhesive Technology, New York, USA: Marcel Dekker, 1994, Chapter 9, *Fracture of Adhesively-Bonded Wood Joints*, pp:327-352
- Rowell, R. M. (1996). *Opportunities for composites from agro-based resources, in paper and composites from agro based resources*. New York, USA: CRC Press, Inc, 1996, pp.249- 268.
- Sahebian, S., Zebbarjad, S. M., Khaki, J. V. Ve Sajjadi, S. A. (2009). The effect of nano-sized calcium carbonate on thermodynamic parameters of HDPE. *Journal of materials processing technology*, 209(3), 1310-1317.
- Skeist, I. ve Miron, J. (1990). *Handbook of Adhesives (3rd) Introduction to Adhesives.*, New York, USA: Van Nostrand Reinhold, Chapter 1, pp. 3-20.

- Sorrentino, L., Berardini, F., Capozzoli, M. R., Amitrano, S. ve Iannace, S. (2009). Nano/micro ternary composites based on PP, nanoclay, and CaCO<sub>3</sub>. *Journal of applied polymer science*, 113(5), 3360-3367.
- Şanivar, N. (1978). *Ağaç işleri Üst yüzey İşlemleri Kitabı*, İstanbul, Türkiye, Milli Eğitim Basımevi.
- Şanivar, N. ve Zorlu, İ. (1980). *Ağaç İşleri Gereç Bilgisi*, İstanbul, Türkiye, M.E.B. Basımevi.
- Şanivar, N. ve Zorlu, İ. (1980). *Ağaç İşleri Gereç Bilgisi*, İstanbul, Türkiye, M.E. B. Basımevi, 1995
- Akbulut, T. (2001). *Lif levha endüstrisi, Ders notları*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Tank T. (1999). Tutkallar ve Yapıştırma Teknolojisi *Ders Notları*, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- United States Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory 1999. Wood Handbook-Wood as an engineering material, general technical report FPL– GTR–113, Forest Products Laboratory, Madison, WI, USA, pp. 463.
- Vick, C. B. (1999). Adhesive bonding of wood materials. *Wood handbook: wood as an engineering material*. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General technical report FPL; GTR-113: Chapter. 9, pp. 1-24.
- Winfield, P. H., Harris, A. F. Ve Hutchinson, A. R. (2001). The use of flame ionisation technology to improve the wettability and adhesion properties of wood. *International journal of adhesion and adhesives*, 21(2), 107-114.
- Yapıştırıcılar- Polivinil asetat esaslı emülsiyon (ahşap malzeme için), TS 3891, 1983.
- Yılmaz, M. (2006). ‘Bazı ahşap tutkallarının masif ve levhalarda yapışma performansının belirlenmesi’, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Youngquist, J. A., English, B. E., Scharmer, R. C., Chow, P. ve Shook, S. R. (1994). *Literature review on use of nonwood plant fibers for building materials and panels*. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-80. Madison, WI: US Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 146 pp., 1-80.

- Youngquist, J. A., Krzysik, A. M., Chow, P. ve Meimban, R. (1997). Paper and composites from agro-based resources, FL, USA: Boca Raton CRC Lewis Publish, 1997, In: *Properties of composite panels* pp:15-446.
- Youngquist, J. A. (1999). *Wood-based composites and panel products. Wood handbook: wood as an engineering material*. Madison, WI: USDA Forest Service, Forest Products Laboratory, General technical report FPL; GTR-113: Chapter 10,pp. 1-31.
- Yüksek A.K. (2017). ‘Nişasta katkı maddesinin MDF üretiminde kullanım imkanlarının Araştırılması’, Yüksek lisans tezi, Düzce üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce, Türkiye

## 7. EKLER

### EK- 1: Deneme Deseni

LEVHA ÇEŞİDİ	KAPLAMA ÇEŞİDİ	MODİFİKASYON ORANI (%)	ÖRNEK SAYISI		
			TUTKAL ÇEŞİDİ		
			UF	PVAc	PU
Kaya tuzu	Akrilik	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	PVC	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Doğu Kayını	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Laminat	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
Kalsit	Akrilik	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	PVC	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Doğu Kayını	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Laminat	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
Boraks pentahidrat	Akrilik	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	PVC	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Doğu Kayını	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Laminat	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
Talk	Akrilik	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	PVC	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Doğu Kayını	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
	Laminat	3	5	5	5
		6	5	5	5
		9	5	5	5
Kontrol	Akrilik		5	5	5
	PVC		5	5	5
	Doğu Kayını		5	5	5
	Laminat		5	5	5

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı :Adem KARA  
Doğum Tarihi ve Yeri :08.08.1979 KAVAK /SAMSUN  
Yabancı Dili :İngilizce  
E-posta :ademkara@duzce.edu.tr

## ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü	Düzce Üniversitesi	2012
Lise:	Mobilya ve Dekorasyon Bölümü	Samsun/Vezirköprü EML	1997

## YAYINLAR

1. Kara, A., Budakçı, M. ve Çamlıbel, O. “The Effect of Fiberboard Modification on Adhesion Strength to Polyvinyl Chloride (PVC) Sheets or Eastern Beech (*Fagus orientalis* L.) Veneers,” *BioResources*, S.13, C.4, pp.8295-8309, 2018.
2. Kara, A., Budakçı, M. ve Çamlıbel, O. “The Effect of Fiberboard Modification on Coating Adhesion Strength”, *ISTEC 2018-International Science and Technology Conference*, Paris/Fransa, 589-600, (18-20 July 2018).