



T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ÖZELLİKLERDE PVC FOLYO İLE  
FARKLI TEKNİKLERDE KAPLANMIŞ MDF LERİN  
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**SONGÜL KAYIŞ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**KAHRAMANMARAŞ 2016**

T.C.  
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**FARKLI ÖZELLİKLERDE PVC FOLYO İLE  
FARKLI TEKNİKLERDE KAPLANMIŞ MDF LERİN  
FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN  
KARŞILAŞTIRILMASI**

**SONGÜL KAYIŞ**

**Bu tez,  
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında  
YÜKSEK LİSANS  
derecesi için hazırlanmıştır.**

**KAHRAMANMARAŞ 2016**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Songül KAYIŞ tarafından hazırlanan “FARKLI ÖZELLİKLERDE PVC FOLYO İLE FARKLI TEKNİKLERDE KAPLANMIŞ MDF LERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI” adlı bu tez, jürimiz tarafından 09.05.2016 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ (DANIŞMAN)

Orman Endüstri Mühendisliği KSÜ

Prof. Dr. Mehmet Metin KÖSE (ÜYE)

İnşaat Mühendisliği KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği KSÜ

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Songül KAYIŞ

Bu çalışma Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

Proje No:2010 / 7-3YLS

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

# FARKLI ÖZELLİKLERDE PVC FOLYO İLE FARKLI TEKNİKLERDE KAPLANMIŞ MDF LERİN FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

Songül KAYIŞ

## ÖZET

Bu çalışmada, günümüzde mobilya üretim sektöründe kullanılan PVC kaplı MDF paneller incelenmiştir. Bu kapsamda Hg PVC ve Mat PVC folyolar ile Wrapping ve Membran metodu ile kaplanmış MDF paneller incelenmiştir. PVC folyo özelliklerinin ve kaplama tekniklerinin etkilerine yönelik yapışma direnci, eğilme elastikiyet modülü, su alma ve kalınlığına şişme, parlaklık, çizilme direnci, kimyasal dayanım, kuru sıcaklığa dayanıklılık testleri yapılmıştır. Wrapping metodu ile yapılan kaplamalarda yapışma direncinin Membran metoduna göre daha iyi olduğu tespit edilmiştir. Eğilme elastikiyet modülünün ise PVC kalınlığına ve ham levha olarak kullanılan MDF nin eğilme elastikiyet modülü ile bağlantılı olduğu, su alma ve kalınlığına şişme değerlerinin ise ham levhaya bağlı olduğu tespit edilmiştir. Parlaklık, çizilme direnci, kimyasal dayanım, kuru sıcaklığa dayanıklılık testleri gibi PVC ye yönelik yapılan testlerin sonuçlarının ise üretici firmanın temin edeceği PVC folyonun standartlarına dayandığı tespit edilmiş olup istenilen kalitede tayin edilebileceği tespit edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** PVC folyo, Wrappingmetod, Membranmetod, MDF- PVC kaplama.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Mayıs /2016

Danışman: Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ

Sayfa Sayısı: 41

# **DIFFERENT TECHNIQUES IN DIFFERENT SPECIFICATIONS COMPARISON OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF MDF COATED WITH PVC FOIL**

**Master Thesis**

**Songül KAYIŞ**

## **ABSTRACT**

This study was to investigate PVC coated MDF panels which are used in furniture manufacturing sector. In this content both Hg PVC and Mat PVC folio with wrapping and membran.

Effect of PVC folio properties and coating techniques on the bonding strength, modulus of elasticity, water absorption, thickness swelling, scratch resistance, chemical resistance, dry heat resistance of MDF panels were investigated. It is found that bonding strength of MDF panels manufacturing with using wrapping methods showed beter results according to membran methods. Scratch resistance, chemical resistance, dry heat resistance were related with especially PVC folio performance.

Modulus of elasticity of coated MDF panels mostly depend on PVC thickness and uncoated MDF properties. Thickness swelling and water absorption properties of coated MDF panels are affected mostly raw MDF panel performances.

**KeyWords:** PVC Folio, Wrapping method, Membran method, MDF-PVC coating.

Kahramanmaraş Sütçü Imam University

Institute for Graduate Studies in Science and Technology

Department of Forest Industry Engineering, May / 2016

**Supervisor:** Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ

**Page Number:** 41

## TEŞEKKÜR

Danışman hocam Prof. Dr. İbrahim BEKTAŞ' a yüksek lisans öğrenimim boyunca göstermiş olduğu akademik bilgi ve birikimleri özellikle uzun süren bu süreçteki (yedi yıl) sabır ve ilgisinden dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Çalışmamda, özellikle test aşamalarında, yardımını esirgemeyen Prof. Dr. Fatih MENGELOĐLU hocama çok teşekkür ederim.

Çalışmam ve yüksek lisansım süresince her zaman yanımda olan bilgi ve manevi desteğini esirgemeyen arkadaşım Yrd. Doç. Dr. Alperen KAYMAKÇI' ya çok teşekkür ederim.

Ayrıca tez çalışmam sırasında katkıları olan İbrahim ASLAN, Ali KUMAK, Kaan ASLAN, Muhammet KARDOĐAN.

Ayşe ALPAY ve Aytekin ALPAY'a teşekkür ederim.

Hayatımdaki en büyük şansım ailem, özellikle ablam Arzu KAYIŞ' a, her zaman yanımda oldukları için sonsuz teşekkürler.

Songül KAYIŞ

# İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR .....	vii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Genel bilgiler .....	1
1.1.1. Lif levhanın tarihçesi .....	1
1.1.2. Lif levhanın tanımı ve sınıflandırılması .....	1
1.1.3. Dünyada MDF üretiminin tarihçesi ve gelişimi .....	3
1.1.4. Türkiye de MDF üretiminin tarihçesi ve genel durumu .....	3
1.1.5. MDF' nin tanımı ve sınıflandırılması .....	4
1.1.6. MDF nin özellikleri .....	5
1.2. Lif Levha Kaplama Endüstrisi .....	6
1.2.1. Yüzey kaplama malzemeleri .....	8
1.3. PVC .....	10
1.3.1. PVC folyo .....	11
1.3.2. MDF yüzeyine PVC kaplama yöntemleri .....	12
1.4. Tezin Amacı .....	16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	18
3. MATERYAL VE METOT .....	22
3.1. Materyal .....	22
3.1.1. Deneme materyalleri ve hazırlanması .....	22
3.2. Metot .....	22
3.2.1. Yapışma direnci .....	22
3.2.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü .....	23
3.2.3. Su alma ve kalınlığına şişme .....	25
3.2.4. PVC yüzey testleri .....	26
4. BULGULAR VE TARTIŞMA .....	31
4.1. Yapışma Direnci .....	31
4.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü .....	31
4.3. Su Alma ve Kalınlığına Şişme .....	34
4.4. PVC Yüzey Testleri .....	36

5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	37
KAYNAKLAR.....	39
ÖZ GEÇMİŞ.....	41



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b><u>Sayfa</u></b>
Şekil 1.1. PVC üretim şeması.....	12
Şekil 1.2. Wrapping metodu üretim hattı.....	13
Şekil 1.3. Wrapping metod da kullanılan bir makine .....	14
Şekil 1.4. Flat laminasyon metod üretim hattı.....	14
Şekil 1.5. Flat laminasyon –dozajlama silindiri .....	15
Şekil 1.6. membran pres üretim hattı.....	16
Şekil 1.7. Membran pres üretim örneği.....	16
Şekil 3.1.a. Yapışma direnci test düzeneği. b. Test edilmiş örnek.....	23
Şekil 3.2. Eğilme direnci test düzeneği.....	24
Şekil 3.3. Su alma ve kalınlığına şişme deney numunesinin boyutları.....	25
Şekil 3.4. Su banyosu.....	26
Şekil 3.5.a. Parlaklık test cihazı. b. Parlaklık ölçüm tekniği.....	27
Şekil 3.6.a. Çizilme direnci test düzeneği.....	28
Şekil 3.6.b. Çizilme direnci kuvvet uygulama noktası.....	28
Şekil 3.7. Alüminyum blok.....	29

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 1.1 2010 yılı itibariyle ülkemizde lif levha üretimi yapan fabrikaların üretim kapasiteleri ve entegrasyonu verilmiştir. ....	4
Çizelge 3.1. PVC yüzey testlerinde kullanılan standartlarda verilen değerler. ....	27
Çizelge 3.2. DIN 68861/7' ye göre yapılan Kuru sıcaklık değerlendirme kriterleri. ....	29
Çizelge 3.3. Kimyasal dayanım değerlendirme kriterleri. ....	30
Çizelge 3.4. Kimyasal dayanım uygulama şeması. ....	30
Çizelge 4.1. Yapışma direnci test sonuçları. ....	31
Çizelge 4.2. Eğilme direnci test sonuçları.* ....	32
Çizelge 4.3. Eğilmede elastikiyet modülü test sonuçları.* ....	33
Çizelge 4.4. Su alma.* ....	34
Çizelge 4.5. Kalınlığına şişme.* ....	35
Çizelge 4.6. PVC yüzey testleri. ....	36

## SİMGELER VE KISALTMALAR

PVC	: Polivinil klorür
Hg	: yüksek parlak
MDF	: Orta yoğunluklu lif levha
HDF	: Yüksek yoğunluklu lif levha
LDF	: Düşük yoğunluklu lif levha
HPL	: Yüksek basınç laminat
CPL	: Düşük basınç laminat
PMMA	: Poli metil met akrilat
N	: Newton
mm <sup>2</sup>	: Milimetre kare
SS	: Yüzev sağlamlığı
F	: Kuvvet
A	: Yüzev alanı
$\sigma_M$	: Egilme direnci
$F_{max}$	: Kırılma anındaki maksimum kuvvet
l	: Dayanak noktaları arasındaki açıklık
t	: Örnek kalınlığı
b	: Örnek genişliği
$F_2-F_1$	: Yük – deformasyon diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı
$F_1$	: Yaklaşık olarak en büyük kuvvetin % 10 ' u
$F_2$	: Maksimum yükün % 40' ı olmalıdır.
$a_2-a_1$	: ( $F_2-F_1$ ) kuvvet artışları nedeniyle deney numune uzunluğunun ortasında meydana gelen deformasyon artışıdır.
$G_t$	: Kalınlığına şişme miktarı
$t_1$	: Deney numunesinin suya daldırmadan önceki kalınlığı
$t_2$	: Deney numunesinin suya daldırmadan sonraki kalınlığı

# 1. GİRİŞ

## 1.1. Genel bilgiler

### 1.1.1. Lif levhanın tarihçesi

Tarihte lif levhanın kullanılması M.Ö.6. yüzyıla kadar dayanmaktadır. 1900' lü yıllarda Minnesota' da binalarda ısı yalıtımı amacıyla lif levha üretilmiş olup 1931 yılında İsveçli mühendis Asplund odun yongalarının basınç altında sürekli liflendirme yöntemini geliştirmiştir. (Kara, 2011).

### 1.1.2. Lif levhanın tanımı ve sınıflandırılması

Lif levha; bitkisel lif ve lif demetlerinin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak yada ilave yapıştırıcı madde kullanılarak oluşturulan levhanın kurutulması yada preslenmesi sonucu elde edilen bir üründür. Kısaca; lignoselülozik maddelerin liflendirilmesi ile oluşan lif ve lif demetlerinin yeniden şekillendirilmesi ile elde edilen bir levhadır. (Eroğlu ve Usta,2000).

ISO'nun teknik anlamdaki tarifine göre; lif levha, doğal yapışma ve keçeleşme özelliğine sahip lignoselülozik liflerden üretilmiş, kalınlığı 1.5 mm'den fazla olan levhalardır. TS 3635 ve ISO 818' e göre lif levhalar yoğunluklarına ve üretim yöntemlerine göre sınıflandırılmaktadırlar.

### **Yoğunluklarına göre lif levhalar**

- Düşük yoğunlukta lif levhalar –izolasyon lif levhası (LDF –Light Density Fiberboard): 0,35 gr/cm<sup>3</sup> den daha düşük yoğunlukta lif levhalar.
- Orta yoğunlukta lif levhalar(MDF Medium Density Fiberboard): 0,35-0,80 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğa sahip lif levhalar.
- Yüksek yoğunlukta lif levhalar – sert lif levhalar (HDF High Density Fiberboard) : 0,80-1,1 gr/cm<sup>3</sup> arasında yoğunluğa sahip sert lif levhalar.

### **Üretim yöntemine göre lif levhalar**

Üretim yöntemlerine göre lif levhalar 3'e ayrılmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

- Yaş yöntem
- Yarı kuru yöntem

- Kuru yöntem' dir.

### **Yaş yöntemle lif levha üretimi**

Bu yöntemde formasyon ortamı sulu lif süspansiyonu olup %1-2 konsantrasyondaki lif süspansiyonu bir elek üzerine verilmekte, mümkün olduğu oranda düzenli lif dağılımı sağlayarak lif keçesi haline getirilmektedir.

Bu yöntemin diğerlerinden en önemli farklılığı ise levha taslağının rutubeti %100 den fazla olmasıdır. %1-2 konsantrasyondaki lif süspansiyonu bir elek üzerine verilerek mümkün olduğu kadar düzgün ve düzenli lif dağılımı sağlanarak lif keçesi elde edilir. Lifleri kümelenmeden uniform bir levha taslağı oluşturmak çok önemlidir. Bu yöntemde orta lameldeki lignin yapıştırıcı görevini yapmakta olup, levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini artırmak amacıyla %1-3 oranında sentetik tutkal olan fenol-formaldehit ile kuruyan yağlar kullanılabilir.

Levhanın rutubete karşı korunması için %1-2 oranında parafin (vaks) kullanılırken isteğe göre yüzeylerine %7-12 oranında sertleşen yağlarla empenye edilerek ekstra sert lif levha üretilmektedir. Yöntemleri birbirinden ayıran en önemli etken levha taslağının oluşumu sırasındaki liflerin rutubet oranlarıdır. Bu rutubetlerde elde edilen liflerin keçeleşme kabiliyetlerinden lif levha elde edilir (Eroğlu ve Usta, 2000).

### **Yarı kuru yöntemle lif levha üretimi**

Bu yöntemde levha taslağının rutubeti %12-45 arasında olup, taslağın oluşturulmasında sulu ortamdan yararlanılmayıp hava veya mekanik araçlarla serme işlemi yapılır. Yapıştırıcı olarak orta lameldeki ligninden ziyade sentetik yapıştırıcılardan faydalanılır (Eroğlu ve Usta 2000).

### **Kuru yöntemle lif levha üretimi**

Bu yöntemde nem oranı %5-10 arasındadır. Elde edilen liflerin rutubetinin uzaklaştırılması için özel olarak kurutmaya tabi tutulur. Kurutulan lifler mekanik ve havalı serme yapılarak levha taslağı oluşturulur. %8-11 oranındaki tutkal karışımından meydana gelen levha taslağının sıcak preslenmesi sonucu lif levha elde edilir. Yalıtım lif levhalarına suya karşı dayanıklılık sağlamak veya mekanik sağlamlık kazandırmak için reçine, parafin veya kömür katranı ürünü olan kumaran reçinesiyle tutkalanır. Levha dışarıda

kullanılacaksa asfalt veya asfalt emülsiyonları kullanılır. Yalıtım lif levhalarına presleme uygulanmaz.

Orta sert lif levhalar hem kuru hem de yaş yöntemle üretilebilir. Yaş yöntem ile tek tabakalı olarak üretilen orta sert lif levhalarda %1-3 oranında yapıştırıcı madde kullanılır. Bu levhaların özgül ağırlıkları 400-800 kg/m<sup>3</sup> arasında değişir. Daha çok yonga levha teknolojisine benzer şekilde üretilen kuru yöntem orta sert lif levhaları tek veya çok tabakalı olabilir. Üst tabakalarda daha ince lifler yüzey düzgünlüğü için kullanılırken orta tabakada daha kaba lifler kullanılabilir. Doğal olarak selüloz, hemiselüloz ve ligninin oluşturduğu bağlar bulunmadığından %8-11 oranında yapıştırıcı kullanılır. Yapıştırıcı olarak genellikle üre formaldehit kullanılır. Özgül ağırlıkları 600 - 850 kg/m<sup>3</sup> arasında olup, son zamanlarda 1.5-40 mm hatta 60 mm kalınlığına kadar üretim yapılabilmektedir (Eroğlu ve Usta 2000).

### **1.1.3. Dünyada MDF üretiminin tarihçesi ve gelişimi**

MDF, odun veya lignoselülozik kökenli levha ürünleri; yonga levha, kontrplak, kontratabla, lamine levha içerisinde geliştirilen en son levha ürünü olup, özellikle 1960'lı yılların ikinci yarısından itibaren başta Amerika olmak üzere daha sonra Avrupa'nın Almanya, İngiltere, Fransa gibi ülkelerinde gittikçe artan bir oranda üretilmeye başlamıştır. Dünya da ilk MDF fabrikası 1965 yılında New York, Deposit'te kurulmuştur. 1973 yılından itibaren de birçok Avrupa ülkesinde MDF üretimine başlanmıştır (Suchland and Woodson 1991).

Özellikle yüzyılın son çeyreğinden itibaren Dünya da MDF üretimi hızlı bir şekilde artarak yıllık artış oranı yonga levhayı geride bırakmıştır. MDF' nin hızla yükselmesine neden olan en önemli etkenler; hammadde isteğinin yonga levhadan daha geniş sınırlar içerisinde olması, masif ağaç malzeme gibi işlenebilmesinden dolayı başta mobilya endüstrisi olmak üzere birçok kullanım alanında yonga levha ve kotrplak yerine daha fazla tercih edilmesi, fiziksel özelliklerinin iyi ve mekanik direnç değerlerinin yüksek olmasıdır. (Suchland and Woodson 1991).

### **1.1.4. Türkiye de MDF üretiminin tarihçesi ve genel durumu**

MDF 1980'li yıllarda Dünyanın birçok ülkesinde geniş ölçüde üretilirken ülkemizde ilk MDF fabrikası 1985 yılında kısa adı Çamsan olan özel bir firma tarafından 62.000m<sup>3</sup>/yıl kapasitesi ile Ordu ilimizde kurulmuştur.

Ülkemizde 1994 yılına kadar sadece bir tane MDF fabrikası var iken, son yıllarda çok sayıda yeni MDF tesisi üretime girmiştir. Bazı fabrikalar kapasitesini arttırma yoluna giderken bazıları da yeni tesisler açmıştır. Ülkemizde MDF fabrikasının on bir tanesi Marmara bölgesinde, iki tanesi Doğu Karadeniz bölgesinde, iki tanesi de Orta Karadeniz Bölgesi'nde kurulmuştur. Bu bölgeler, hammaddeye, pazara, deniz taşımacılığına yakın olması ithalat ve ihracata kolaylık sağlamasıyla tercih edilmiştir. Çizelge 1.1.' de 2010 yılına ait lif levha üretim kapasiteleri firma isimleri ile birlikte verilmiştir.

Çizelge 1.1 2010 yılı itibariyle ülkemizde lif levha üretimi yapan fabrikaların üretim kapasiteleri ve entegrasyonu verilmiştir.

<i>FABRİKA ADI</i>	<i>BULUNDUĞU YER</i>	<i>KAPASİTE m<sup>3</sup>/gün</i>	<i>KAPASİTE m<sup>3</sup>/yıl</i>
BOLU LİF (GBS)A.Ş.	BOLU	80	24.000
ÇAMSAN A.Ş.	ORDU	600	180.000
ÇAMSAN A.Ş.	ADAPAZARI	600	180.000
DİVAPAN A.Ş.	DÜZCE	400	120.000
KASTAMONU ENTGRE A.Ş.	İZMİT /GEBZE	1.200	360.000
SELOLİT A.Ş	MANİSA	60	18.000
SERDAR AĞAÇ A.Ş.	BURSA	650	195.000
S.F.C. A.Ş.	KASTAMONU	835	250.500
STARWOOD A.Ş	BURSA	800	240.000
TEVERPAN A.Ş	TEKİRDAĞ	500	150.000
TEVER MDF A.Ş	TEKİRDAĞ	800	240.000
YILDIZ SUNTA MDF A.Ş.	İZMİT	1.550	465.000
YILDIZ ENTEGRE A.Ş.	İZMİT	3.000	900.000
TURANLAR GRUP A.Ş.	SAMSUN	750	225.000
SBS A.Ş.	BURSA /K.PAŞA	300	90.000
<b>EYLÜL 2010 KURULU TOPLAM KAPASİTE</b>		<b>13.325 m<sup>3</sup>/gün</b>	<b>3.997.500/yıl</b>

### 1.1.5. MDF' nin tanımı ve sınıflandırılması

MDF kelime anlamı olarak orta yoğunlukta lif levha anlamına gelmekte ve İngilizce karşılığı olan Medium Density Fiberboard kelimelerinin baş harflerinden oluşmaktadır. MDF yaş yöntem, yarı kuru yöntem ve kuru yöntem ile üretilmektedir. Günümüzde yüzde yüzeye yakın oranda kuru yöntemle üretilmektedir.

MDF orta sertlikte bir levha olup, termomekanik olarak odun veya diğer ligno-selülozik hammaddelerden elde edilen liflerin belirli bir rutubet derecesine kadar

kurutulduktan sonra yaklaşık %9-11 oranında termosetting bir tutkal ile tutkallanarak sıcaklık ve basınç altında preslenmek suretiyle oluşan homojen yapıdaki levhalardır. MDF kalınlığı 1,8-60 mm, yoğunluğu ise genelde 0,55-0,80 gr/cm<sup>3</sup> arasında değişmektedir (Akbulut, 1999).

### **1.1.6. MDF nin özellikleri**

Son yıllarda ormanlarımız gittikçe azalmakta ve ormanlarımızdaki kaliteli tomruklardan elde edilen kontrplak ve kaplama endüstrisi için kullanılan ağaçlar azalmaktadır. Kaliteli ağaçlar hem azalmakta hem de fiyatı artmaktadır. MDF üretimi ile kalitesiz odunları değerlendirmek mümkündür. MDF fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından masif ağaç malzemeye yakın değerdedir. Bu şekilde kalitesiz odunlardan alternatif bir ürün üreterek orman kaynaklarının verimli kullanılması sağlanmıştır (Çamlıbel, 2006).

MDF aslında sert lif levha ile yonga levhanın üstün özelliklerinin kombine edildiği bir üründür. Sert lif levhada olduğu gibi lifler, yonga levhada olduğu gibi tutkal kullanılmaktadır.

Liflerin kullanılmasıyla sert lif levha gibi yüzeyleri düzgün ve yeknesak, tutkal kullanılmasıyla yonga levha gibi yapışma direnci yüksek olmaktadır. Ayrıca fiziksel ve mekanik özelliklerinin masif ağaç malzemeye yakın olması pek çok kullanım yerinde masif ağaç malzemeye alternatif olarak kullanılmasını sağlamaktadır.

Liflerin kullanılmasıyla yüzey yoğunluğu yüksek ve daha az pürüzlü olmakta, bunun sonucu olarak levha yüzeylerine her çeşit lake, boya, vernik gibi sıvı yüzey işlemleri uygulanabilmektedir.

MDF levhaların yüzeyleri her türlü laminat, reçine emdirilmiş kağıt, folyo ve ahşap kaplama ile kaplanabilir.

MDF' nin kenarları son derece düzgün ve sıkı olup, masif çita yapıştırılmadan lamba-zıvana açılabilen ve her türlü profil verilebilmektedir.

MDF'NİN yonga levhaya göre bir diğer üstün yanı ise eğilme direnci, elastikiyet modülü, vida ve çivi tutma gücünün daha yüksek olmasıdır.

- Homojen yapıda olup doğal odun özelliğinde yapay bir üründür.
- Levha yüzeyleri yüzey işlemleri için daha uygundur.

- Yonga levha ve odundan üretilen diğer levhalara göre daha düşük kaliteli odunlardan üretilmektedirler.
- Rutubete dayanıklı olup, kolay kesilip, çivilenip vidalanabilirler.
- Fiziksel özellikleri çok yüksektir.
- Levhada sağlamlık her yönde aynı olduğundan doğal oduna oranla daha geniş kullanım imkanı sağlar.
- Farklı boy ve kalınlıklarda üretimi yapılabilmektedir (Eroğlu ve Usta 1994).

### **MDF nin türleri ve kullanım alanları**

- a) İnce MDF: 1.8-2.5 mm kalınlıklardaki bu levhalar ince kontrplağa alternatif olarak üretilmiştir. Tipik kullanım yerleri; çekmece altlıkları, mobilya ya da kabin arkalıkları, kapı yüzeyleri, sergi paneli, üzerine delikler açılarak dekoratif paneller ve kolayca bükülebildiklerinden dolayı eğik yüzeylerin oluşturulmasında kullanılır.
- b) Kalın MDF: 45-60 mm kalınlıklarda üretilen bu levhaların en büyük kullanım yeri binalarda sütun, plâster ve kemer gibi mimari amaçlı kullanılması bunun yanı sıra ağır döşeme ve raf, merdiven basamağı, çalışma tezgahı ve bank oturaklarıdır.
- c) Rutubete dayanıklı MDF: bu tip levhalar rutubete dayanıklı tutkallarla(fenol formaldehit vb.) üretilmiş ve ayrıca şişmeyi azaltmak için katkı maddeleri (parafin) ilave edilmiştir. Kapalı yerlerde %80 bağıl neme kadar kullanılabilir. Bu levhalar, banyo ve mutfak mobilyası, döşeme, pencere, merdiven ve mimari kalıp ürünlerde kullanılır.
- d) Yangına dayanıklı MDF: Standart MDF ler, üretimden sonra yüzeylerine alev almayı geciktiren kimyasal maddeler sürme veya levhaların bazı tuzlarla emprenye edilmesi suretiyle yangına karşı dayanıklı hale getirilirler. Bu levhalar, duvar ve pano kaplamaları, büro bölme sistemleri, sergi panoları, gemilerde kabin ve bölme elemanları ile binalara bitişik yapılan ekipmanlarda kullanılır (Eroğlu ve Usta, 2000).

## **1.2. Lif Levha Kaplama Endüstrisi**

Dünyada endüstriyel gelişmeye paralel olarak ağaç malzeme kullanımını arttığı için bu yüz yılın sonuna doğru odun hammaddesi azalmıştır. Bu nedenle şekil ve boyut bakımından yetersiz olan ve az bulunan masif odun yerine, değeri düşük odun hammaddesinin teknik yöntemler ile şekli değiştirilip istenilen kalıba sokulması ile elde

edilen ahşap esaslı kompozit levhalar kullanılmaktadır. Genel olarak odun kompozit malzemeleri, yonga levha, lif levha, kontrplak ve kaplamalı levhalar olarak sınıflandırılabilir. Ahşap esaslı levhaların masif odun malzemenin yerine kullanılması dünyada hem kereste darlığını gidermekte hem de odun hammaddesinin daha ekonomik kullanılmasını sağlamaktadır. Lif levhalar en az % 80 oranında bitkisel lif içerdiklerinden hem ağaç malzemedede olduğu gibi yüksek değerde mekanik ve teknolojik özelliklere hem de masif ahşapta bulunmayan bazı özelliklere sahiptirler. Masif ağaç malzemedeki gibi direnç özellikleri değişik yönlerde farklı değildir, dolayısıyla daha homojen yapıda bir malzemedir. Budak, çürüklük, lif kıvrıklığı gibi kusurlar bulunmamakta ve ağaç malzemenin üç değişik yönde farklı çalışması sonucu görülen çarpılma ve çatlama görülmemektedir. Üretim aşamasında uygulanan çeşitli teknikler yardımıyla direnç, sertlik, özgül ağırlık gibi teknolojik özellikler kazandırılmaktadır. Aynı zamanda boyutların istendiği gibi ayarlanması da mümkündür. İşlenmesi daha kolay olup geniş yüzeyleri düzenli olarak kaplanabilir. Etkili bir şekilde ısı, ses ve rutubet izolasyonunda kullanılabildiği gibi akustik düzenlemelerde de kullanılabilir. Cilalanma, boya tutma, çivilenme ve vidalanma, ağaç levha ve diğer malzemelerle kaplanabilme özelliklerine sahiptir. Özel kalıplarla bükülebildiğinden yalnız tahta ve kontrplak kullanımı yerine değil; mobilya endüstrisi için de daha uygun olmaktadır. Kimyasal maddelerle dış hava koşullarına karşı daha dayanıklı hale getirilebilmekte, yine bazı kimyasal maddelerle muamele edilerek mantarlara, böceklere ve yangına karşı dayanımı arttırılmaktadır. (Muğla, 2010)

Son yıllarda ahşap esaslı odun levhaların üretimi çok hızlı bir şekilde artmıştır. Buna paralel olarak levhaların kullanım alanlarını artırmak ve yüzey kalitesini iyileştirmek amacıyla levha yüzeyleri çok çeşitli malzemeler ile kaplanmıştır. Yüzey kaplama malzemesi olarak çeşitli özelliklerde reçine emdirilmiş  $\alpha$ -selüloz kağıtları, diallylphthalate ile emprenye edilmiş kağıtlar, polyester astarlar, polyester lakeler, çeşitli görünümlü ağaç tekstürü basılmış astarlar, lamine edilmiş levhalar, PCV folyolar, aminoplastlarla kaplanmış vulkanize lifler ve aminoplastlarla kaplanmış kâğıtlar kullanılmaktadır.

Yüzey kaplama işleminin başlıca sebepleri; laminasyon işlemi sonucu yeni bir malzeme meydana gelmesi, levha ürünlerinin özelliklerini muhafaza ederken kötü özelliklerin giderilmesi, güçlendirici malzemenin laminasyon içerisinde kullanılmasıdır. Kaplama işleminde kullanılan kağıt ve diğer yüzey kaplama malzemeleri yapıya çekme, eğilme, elastikiyet, aşınma gibi mekanik özelliklerin yanında yoğunluk, rutubet, su alma,

kalınlık gibi fiziksel özellikler ve çizilme, aşınma, sigara ateşi, lekelenme, su buharı dayanımı, çatlama vb. teknolojik özelliklerde de dirence olumlu yönde artış kazandırır.

### **1.2.1. Yüzey kaplama malzemeleri**

Mobilya ve dekorasyonda, büyük bir tüketim potansiyeli bulunan laminatlar başta olmak üzere, hazır yüzey kaplama sistemlerinin temel malzemesinden, kağıt Folyo ve PVC folyo malzemenin kalitesini etkilemesi ile birlikte onun estetik ve fonksiyonel özellikleri ile direnç değerlerini yükseltmesi bakımından da büyük bir öneme sahiptir. Günümüzde seri mobilya üretiminin ana materyali olarak hizmet eden levha ürünlerinde (Yonga levha, MDF, Kontrplak vb.), malzeme yüzeyinin kaplanması ve değerinin arttırılması, gerek estetik gerekse direnç özelliklerinin iyileştirilmesi yönünden önemli bulunmaktadır. Bu amaçla, levha ürünlerinde yüzeye genellikle HPL/CPL laminatları, melamin reçine filmi, boya, finish folyo, kağıt folyo, PVC kaplanmaktadır (Döngel, 2005).

Levhalara uygulanan yüzey işlemlerini 2 temel başlık altında toplayabiliriz.

1. Katı yüzey işlemleri
2. Sıvı yüzey işlemleri

Kullanılan yüzey kaplama malzemelerini de bu 2 temel başlıkta açıklarız.

### **Katı Yüzey Kaplama Malzemelerin Sınıflandırılması**

Levha yüzeylerinin kaplanmasında kullanılan katı yüzey kaplama malzemeleri farklı şekillerde sınıflandırılmıştır. Kolmann (1975)' a göre levha endüstrisinde kullanılan yüzey kaplama malzemeleri iki ana grupta incelenmektedir.

#### **1-Levha Yüzeyine Doğrudan Yapışan Lamine Levhalar**

- Melamin formaldehit (MF) ile emprenye edilmiş alfa selüloz esaslı kağıtlar,
- Diallylphthalate emprenye edilmiş kağıtlar,
- Daha sonra lake yapılarak UV- sertleştirilmiş polyester astarlar,
- Polyester emprenye edilmiş kağıtlar,
- Bir ağacın desenini içeren baskılı astarlar veya boyalı polyester lakeler.

#### **2 – Levha Yüzeyine Tutkal ile Yapıştırılan Laminat veya Folyolar**

- Yüksek basınç laminatı,
- Önceden kondanse olmuş aminoplastları içeren kağıtlar,
- Aminoplastlar ile emprenye edilmiş astar folyolar ve lake yapma,

- Termo plastik folyolar (PVC folyo),
- Aminoplastlarla kaplanmış vulkonize lifler,

Kalaycıoğlu ve Nemli (1996)' e göre; katı yüzey kaplama malzemeleri lamine levhalar ve laminatlar olmak üzere iki grupta toplanabilmektedir.

### **1. Lamine levhalar**

- Polyester filmler,
- Fenolik kraft kağıtlar,
- PVA + re esaslı dekoratif kağıtlar,
- Amonyum klorür + üre esaslı dekoratif kağıtlar,
- Polivinil Klorür (PVC),
- Polietilen esaslı kâğıtlar,
- Amonyum sülfat emdirilmiş kağıtlar, ince kağıtlar, folyolar, ısı transfer filmleri ve ahşap kaplamalar.

### **2. Laminatlar**

- Yüksek basınç laminatlar,
- Rulo laminatlar (Nemli, 2003).

### **Sıvı Yüzey Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması**

Liflevha yüzeylerine renk vermede kullanılan boyalar:

- 1-Su esaslı boyalar,
- 2-Alkol esaslı boyalar,
- 3-Organik solventli fabrika boyalar,

Lif levha endüstrisinde kullanılan dolgu maddeleri:

- 1 - UV polyester esaslı dolgu maddeleri,
- 2- Vinil esaslı dolgu maddeleri,
- 3- Su esaslı dolgu maddeleri,
- 4- Poliratan esaslı dolgu maddeleri,
- 5- Üre –alkid esaslı dolgu maddeleri,

Lif levha endüstride sıvı yüzey kaplama işlemlerinde kullanılan vernikler;

- 1- Alkol esaslı vernikler,
- 2- Nitroselülozik vernikler,
- 3- İki bileşimli vernikler,
- 4- Tek bileşimli vernikler,
- 5- Polyester vernikler,
- 6- Poliüretan vernikler.

### 1.3. PVC

Polivinil klorür (PVC) 19. Yüzyılda iki farklı halde, 1835' te Henri Victor Regnault ve 1872 de Eugen Baumann tarafından kaza eseri bulunmuştur. 20. Yüzyılın başlarında, Rus kimyacı Ivan Ostromislensky ve Fritz Klatte Alman kimya şirketi Griesheim-Elektron ile PVC' yi ticari ürünlerde denemişlerdir fakat katı halde işlem görme zorlukları ve polimerin gevrekliği çabalarını durdurmuştur.

1926 da B.F. Goodrich şirketinden Waldo Semon PVC 'yi farklı katkı maddeleri ile karıştırıp plastikleştirme metodunu geliştirmiştir. Bu sonuç, daha esnek ve daha kolay işlenebilir malzemeyi vermiş ve ticari alandaki yaygın kullanım bundan kısa bir süre sonra başarılmıştır.

Petrolün türevlerinden olan etilenin klorlu ortamdan geçirilmesi ile elde edilen vinilklorür monomerlerinin uygun katalizör kullanılarak çok sayıda vinilklorür monomerleri bir araya getirilmesi ile polivinilklorür elde edilir.

Polivinil klorür (PVC) oldukça geniş kullanım alanı olan bir plastiktir. Dünya da PVC 'nin %50 den fazlası yapı sektöründe kullanılır. Bina malzemesi olarak PVC ucuz ve kolay monte edilebilirdir. Son yıllarda, PVC geleneksel yapı malzemeleri olan ahşap, beton ve kilin birçok alanda yerini almıştır. İdeal yapı malzemesi olmasına rağmen çevre ve insan sağlığı için PVC hakkında kaygılar vardır.

PVC nin kullanım alanları arasında, kapı ve pencere profilleri, vinil cephe kaplaması, boru ve tesisat malzemeleri, elektrik kabloları, döşeme, hobi malzemeleri sayılabilir. Esnek ve ucuz olması nedeni ile su ve atık su endüstrisinde boru hatları için çok yaygın olarak kullanılır. Son 50 yıldır sağlık sektöründe de kullanıma girmiştir. Parenteral kullanılan sıvıların, kan ve kan ürünlerinin torbalarında ve transfüzyon

setlerinde, kateter, kanül ve drenlerde, stoma hücrelerinde ve daha bir çok yerde PVC ye rastlanmaktadır.

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

Plastikleştirme metodu ile üretilen esnek PVC türlerinden olan PVC folyolar ise MDF, Yongalevha ve birçok ahşap sektöründe kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır.

### **1.3.1. PVC folyo**

PVC' nin meydana geldiği ana maddeler kaya tuzu ve petroldür. PVC formaldehit, PCP ve Kurşun Kadmiyum gibi ağır metaller içermez. Sadece % 43' ü petrol olduğundan değerli hammaddeleri koruyan bir üründür. PVC' nin işlenebilmesi için bu ana maddelere renk pigmentleri, renk tutucuları, stabilizatörler, karıştırma modifiyeler ve folyo sertliğine göre yumuşatıcılar eklenir.

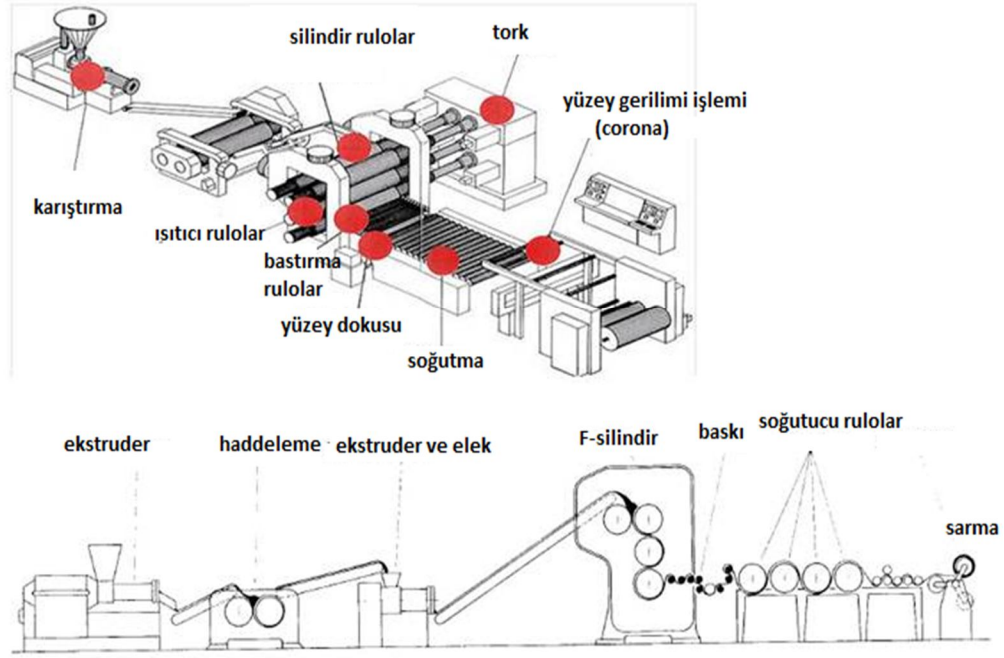
Üretim süreci; yukarıda bahsedilen ana maddelerin tümü bir kapta homojen bir biçimde karıştırılır. Ve kuru toz halde bir ekstrudere konulur. Bu ekstruder sayesinde toz karışım yüksek ısıda (180-200 °C) sıcak ve homojen bir kütle halini alır. Kalendere verilen bu sıcak plastik kütle sürekli dönen ve ısıtılan valflere dağıtılır. Valfler arasındaki aralıklar istenilen folyo kalınlığını ayarlamada kullanılır. Son valflerin aralığından geçen folyo katmanı kalenderden çekip (soyulup) alınır ve üst tarafı bir embossing silindiri ile işaretlenir. Ya düz bir biçimde bırakılır daha sonra başka folyo katmanları ile çiftlemek (katman oluşturmak) için ya da başka bir işlemle dekoratif amaçla kullanılmak için yüzeye strüktür doku verilir. Doku verilen yüzeylerin üzerine baskı oluşturmak sınırlıdır. Zira baskı resim kalitesi folyonun yüzeyindeki dokudan dolayı etkilenmektedir.

Bu üst yüzey işaretleme işleminden sonra folyo katmanı soğutma sürecine geçilir, burada katman rulo yapılmadan önce oda sıcaklığına gelene kadar soğutulur.

Çok katmanlı folyo yada kalın folyo oluşturmada dublier kalender, çoğaltma katmanlama, süreci ile oluşur. Burada tek folyo katmanlarının ısı aracılığı ile birbirlerine kaynaşmaları sağlanır ve son aşamada yüzeye embossing silindiri ile doku verilir.

Yapı olarak folyonun mat ve HG gibi olması içerik maddelerinin farklı olmasına da bağlıdır. Şekil 1.1.' de PVC folyo üretim metodu görülmektedir.

- folyo filmlerinin üretimi



Şekil 1.1. PVC üretim şeması

PVC folyo üretimi esasen düz ve baskılı olma durumuna bağlıdır.

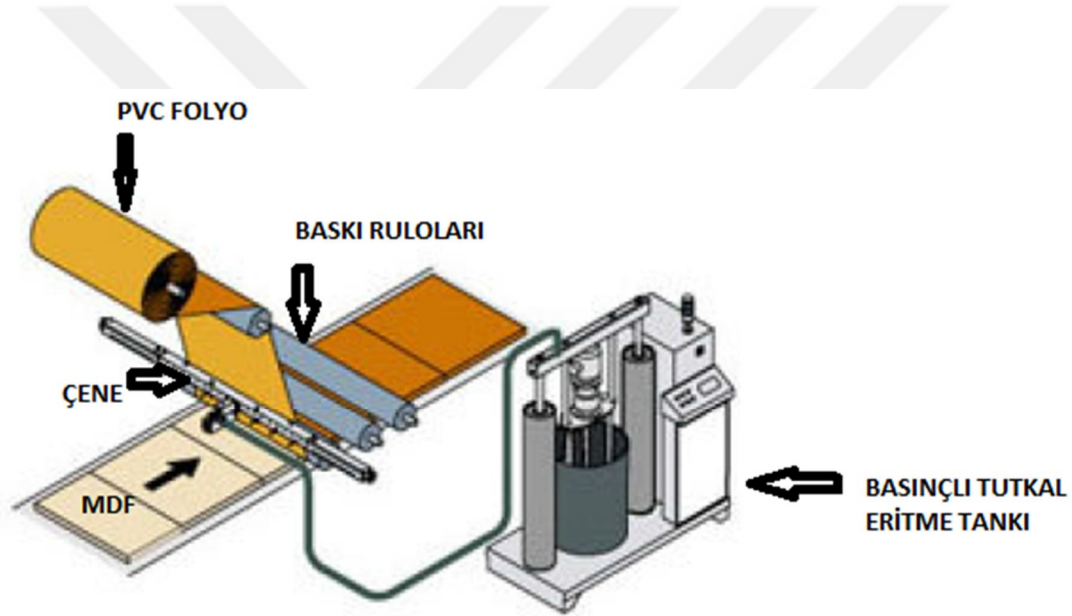
- Düz- tek renk Hg ve Mat PVC: Genellikle tek bir folyo şeridinden (katmanından) oluşur. Kalınlıkları ürünün mat ve Hg oluşuna göre değişmektedir. Bu katman üzeri parlaklık derecesini oluşturmak, çizilmeyi önlemek ve kimyasal dayanıklılık için ön tarafa koruma verniği(lak) arka tarafa ise tutuculuğu arttırmak için primer ya da korona uygulaması yapılır.
- Baskılı Hg ve Mat PVC: 3 katman şeklinde oluşur. Üst katman şeffaf folyo, aşınmaya karşı bir koruma oluşturur. Orta katman, kütle renklendirilmiş baskı folyosu. Alt katman ise temel folyodur, arka kısmında tutuculuğu arttırmak için primer ya da korona uygulaması vardır. (URL-1-www.renolit.com).

### 1.3.2. MDF yüzeyine PVC kaplama yöntemleri

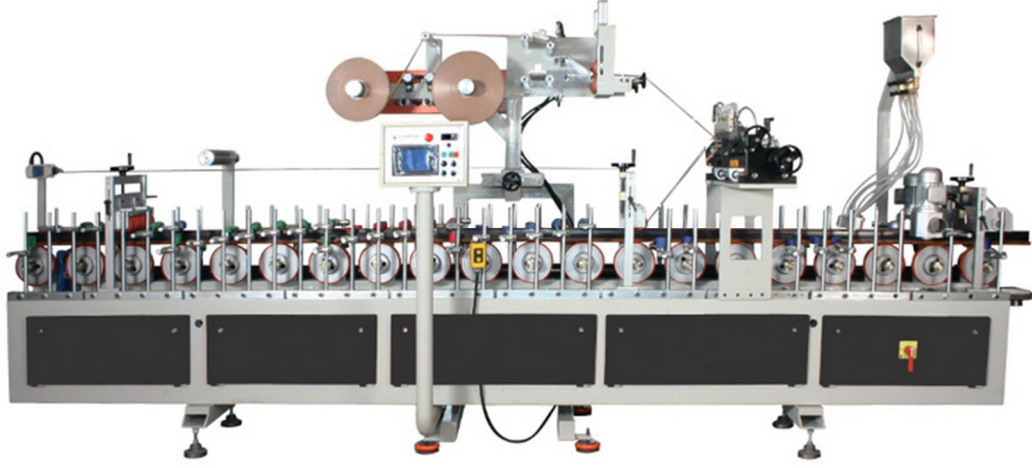
MDF yüzeyine PVC folyo kaplama işlemi genel olarak 3 farklı metotla yapılmaktadır. Bunlar; wrapping (sarma) metodu, flat laminasyon ve membran(vakum pres) metodudur.

**Wrapping (sarma) metodu:** Bu metod hem düz yüzeye hem de freze yapılmış yüzeylere uygulanır. Mat ve Hg PVC' ler kullanılır. Genellikle 0,15µm-0,50µm

kalınlıklar kullanılmaktadır. Poliüretan esaslı hot-melt tutkallar kullanılmaktadır. Wrapping metodunda çalışma sistemi, tutkal eritme bölümü ve kaplama (sarma) işleminin yapıldığı baskı silindir ve rulolarından oluşan bölüm şeklindedir. Tutkal 120-140 °C de tutkal kazanı ya da basınçlı tutkal tanklarında eritilir. Eriyen ve filtreden geçen tutkal yanmaz özel malzemeden yapılmış hortum ile (iç kısımlarında homojen yapıda ısıtıcı sistem bulunmaktadır) çeneye (slot, nozul) gelir. Çene içerisi hazneli ve ısıtıcı çubukların bulunduğu eğimli iki dudak yapısındadır. Hortumlardan gelen bu tutkal çenedeki dudaklar tarafından PVC nin arka kısmına sürülür. Tutkallanmış PVC, kaplama makinası beslemesinden gelen profil yada panel yüzeye baskılar yardımı ile yapıştırılır. Şekil 1.2.' de wrapping üretim hattı şeması görülmektedir. Şekil 1.3.' te ise wrapping metodu ile kaplamada kullanılan makine örneği görülmektedir.



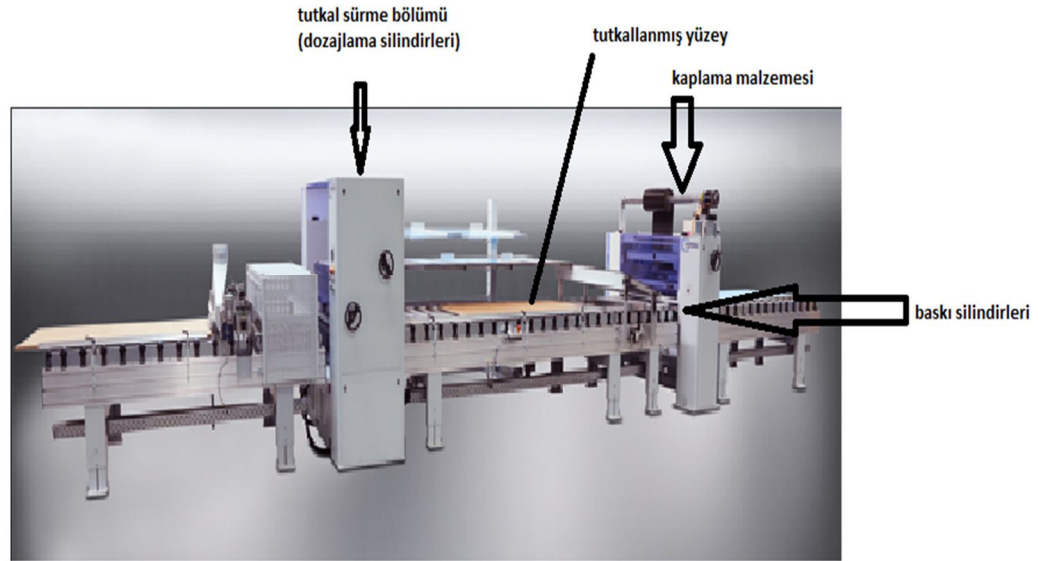
Şekil 1.2. Wrapping metodu üretim hattı



Şekil 1.3. Wrappingmetod da kullanılan bir makine

**Flatlaminasyon metodu:** Genellikle düz yüzeylere uygulanır. PUR esaslı hotmelt tutkallar kullanılır. Bu metod da mat ve hg PVC nin yanı sıra akrilik

(PMMA) malzemeler de kullanılır. Uygulamada makine hattı genel olarak tutkal eritme sistemi(basınçlı tank), tutkalın MDF yüzeyine sürüldüğü dozajlama silindirleri bölümü ve baskı silindirleri-ruloları olan bölüm şeklindedir. Basınçlı tankta 120-140 °C eritilen tutkal hortumlar aracılığı ile dozajlama silindirine geliri ve bu silindirler aracılığı ile MDF yüzeyine sürülür. Daha sonra kaplanacak yüzey malzemesi tutkallanmış MDF üzerine serilir ve baskı silindiri ile yapışma işlemi gerçekleşir. Şekil 1.4. ve 1.5.' te flat laminasyon üretim hattı görülmektedir.



Şekil 1.4. Flat laminasyon metod üretim hattı

tutkal sürme bölümü  
dozajlama silindirleri

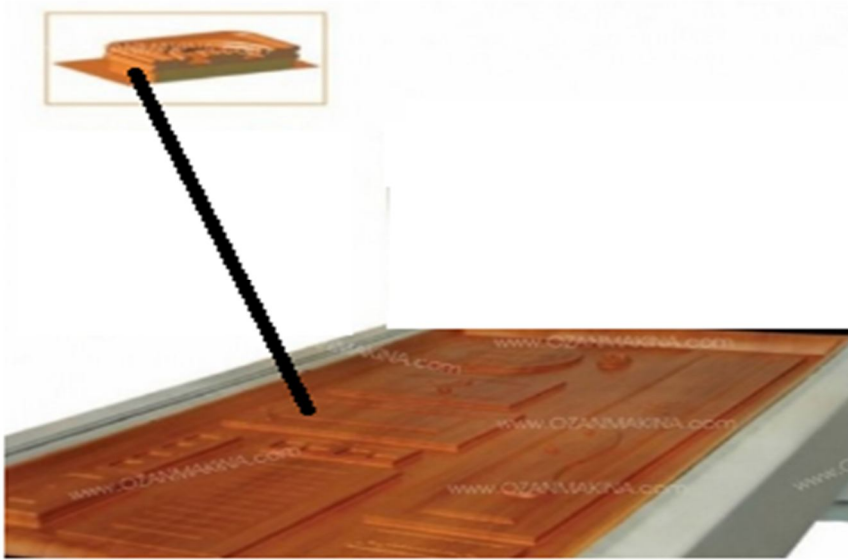


Şekil 1.5. Flatlaminasyon –dozajlama silindiri

**Membran (vakum) pres metodu:** Genellikle MDFLAM kullanılır. Öncelikle tutkal MDF yüzeyine uygulanır. Tek komponentli poliüretan esaslı tutkal kullanılır ancak hot- melt değildir. Tutkal 2 kat uygulanır ve tutkallanmış malzemeler kurumaya bırakılır. Kuruma işlemi tamamlandıktan sonra hazırlanan parçalar membran prese yerleştirilir ve üzerine PVC folyo serilir. Presin tablası hava almaması için komple kapatılır. Presleme işlemi genellikle 5-10dak. Sürer ve folyo yapışması işlemi gerçekleşir. Presleme işleminde membran presin folyoya uyguladığı ısı yaklaşık 55 derece ile 80 derece arasındadır. Aynı zamanda uyguladığı basınç ise 6 bar ile 14 bar arasındadır. (URL-2-). Şekil 1.6.’ da membran pres üretim hattı ve Şekil 1.7. de ise membran metod ile kaplanmış ürün örneği görülmektedir.



Şekil 1.6. membran pres üretim hattı



Şekil 1.7. Membran pres üretim örneği

#### 1.4. Tezin Amacı

Mobilya endüstrisinin ana materyallerinden, özellikle levha ürünlerinde (yonga levha, MDF, kontrplak vb.) gerek estetik gerekse direnç özelliklerinin iyileştirilmesi ve

değerinin arttırılması amacıyla yüzeylerin kaplanması önemli bulunmaktadır. Bu çalışmada; çeşitli PVC folyolar (kalınlık, yapı) ile farklı tekniklerde kaplanmış (wrappingmetod, membran pres) orta yoğunluklu lif levha (MDF)'ların fiziksel ve mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır.



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Lif levhaların, özellikle MDF' lerin, PVC folyo ile çeşitli tekniklerle kaplanması ülkemizde yeni bir sektör olduğu için konu ile ilgili çok fazla çalışmaya rastlanamamaktadır. Yapılmış çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Nemli'nin (1995) yılında yapmış olduğu, "melamin emdirilmiş kağıtlar ile kaplamanın yonga levha teknik özelliklerine etkileri", isimli çalışmasında; deneme levhaları 18 ve 12 mm kalınlıklarda 2100×2800 mm boyutlarında, 0.70 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluk ve yarısı melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanmış yonga levha üretilmiştir. Levhaların üretiminde tam kuru yonga ağırlığına oranla dış tabakada %9.5, orta tabakada %8.5 üre formaldehit tutkalı, sertleştirirci madde olarak katı tutkala oranla orta tabakada %2.5 amonyum klorür, hidrofobik madde olarak ise katı tutkala oranla dış tabakada %5 oranında parafin kullanılmıştır. 18 mm kalınlığındaki yonga levhaların üretiminde; pres süresi 145 sn. pres sıcaklığı ise 200°C ve pres basıncı 34.5 kg/cm<sup>2</sup>, 12 mm kalınlığında ise pres süresi 130 sn., sıcaklık 200°C ve basınç 34.5 kg/cm<sup>2</sup> olarak ayarlanmıştır. Üretilen levhaların yarısı melamin emdirilmiş kağıt ile kaplanmıştır. Ham ve kaplanmış yonga levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri tayini yapılmıştır. Kaplanmış yonga levhada fiziksel ve mekanik özelliklerin daha iyi olduğu görülmüştür ve ayrışan formaldehit miktarının ham yonga levhaya oranla belirgin bir şekilde azaldığı belirlenmiştir.

Özdemir 1996 yılındaki, "mutfak mobilyası üretiminde kullanılan yüzey kaplama malzemelerinin yongalevha kalitesi üzerine etkileri", çalışmasında yüzey kaplama malzemelerinin yonga levhanın kalitesi üzerine etkileri ve kaplanmış yonga levhaların bazı fiziksel, mekanik ve yüzey kalitesine yönelik özelliklerinin belirlenmesine değinmiştir. Levhalara ağaç kaplama ve vernikleme, lake boya ile kaplama, rulo laminat kaplama, yüksek basınç laminatı (HPL) kaplama ve PVC kaplaması işlemleri yapılmıştır. Yüzey kaplama işlemleri yapılan levhalardan deneme parçaları kesilerek klimatize işleminden sonra fiziksel, mekanik ve yüzey kalitesine yönelik testler yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda yonga levhaların yüzeylerinin kaplanması işlemi fiziksel ve mekanik özellikleri üzerinde artıma yönünde iyileşme görülmüştür. Yüzey kalitesi olarak ta lekelenmeye karşı tüm kaplamaların olumlu etkisi olduğu çizilme ve aşınma dayanımında ise rulo ve yüksek laminat kaplamaların PVC ve ahşap kaplamalı levhalara göre daha iyi olduğu görülmüştür.

Akkılıç ise 1998 yılında yapmış olduğu, "farklı yüzey malzemeleri ile kaplanan yongalevhaların teknolojik özellikleri" adlı çalışmasında farklı yüzey malzemeleri ile

kaplanmış yonga levhalarda bazı fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin kullanılan yüzey kaplamasına göre (meşe kaplama, laminat, finish folyo) nasıl bir etkilenme gösterdiği buna bağlı olarak kullanım alanlarındaki yerlerin doğru bir şekilde belirlenmesi tespit edilmiştir. Yapılan deneylerde yüzey kaplaması olarak meşe kaplama, finish folyo ve laminat kullanılmıştır. Hava kurusu özgül ağırlık kullanılan yüzey kaplamalarının yapısal özelliklerine bağlı olarak işlem görmemiş yonga levhaya göre artmıştır. 2 ve 24 saat suda bekletme sonucunda kalınlıktaki artım bakımından yüzeyi kaplı örneklerde en az etkilenme laminat kaplı yonga levha örneklerinde, en çok etkilenme ise finish folyo kaplı örneklerde olduğu görülmüştür. Sertlik deneylerinde ise en yüksek sonucun meşe kaplamalı örnekte, eğilme ve basınç deneylerinde ise en yüksek sonucun laminat kaplı örnekte, sıcak kaplara dayanıklılık ve su buharına dayanıklılık testlerinde ise en iyi sonucun yine laminat kaplı örnekte olduğu tespit edilmiştir.

Nemli 2000 yılında yapmış olduğu, "yüzey kaplama malzemeleri ve uygulama parametrelerinin yonga levha teknik özellikleri üzerine etkileri" başlıklı diğer bir çalışmada 2100×2800 mm boyutlarında 0.680 gr/cm<sup>3</sup> yoğunlukta genel amaçlı yatık levhalar üretilmiş ve yüzeyleri lake boya, melamin emdirilmiş kağıt, ahşap kaplama ve rulo laminatlar ile kaplanmıştır. Yapılan çalışmalarda yonga levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri ile yüzey kalitesi, yanma, ısı iletim özellikleri ve formaldehit emisyonu üzerine yüzey kaplama malzemesi türü, yüzey kaplama işlemi sırasında pres faktörleri (sıcaklık, basınç, süre) ve yüzey işlemleri için kullanılan tutkal çeşidinin etkileri araştırılmıştır. Yonga levha yüzeylerinin çeşitli yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanması sonucu fiziksel ve mekanik özellikleri ile formaldehit emisyonunda belirgin bir iyileşme olduğu görülmüştür. Isı yalıtımı ve yanma özelliklerinin kaplama ile olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Kılıç 2006 yılında yapmış olduğu, "bazı ahşap esaslı levhalar üzerinde kaplama yapışma direncinin belirlenmesi çalışmasında", yaygın kullanımları nedeni ile yonga levha, orta yoğunluklu lif levha ve yönlendirilmiş yonga levha deney materyali olarak kullanılmıştır. Radyal ve teğet kesitli çam, kayın ve meşe kaplamalar levha yüzeyine polivinilasetat (PVA), üre formaldehit (UF) ve kontak tutkalları ile yapıştırılmıştır. Deney örnekleri TS 5339' da belirtilen esaslara göre denenmiştir. Deneyler sonucunda en yüksek yapışma direncinin radyal kesitli kayın kaplama, yönlendirilmiş yonga levha ve üre formaldehit tutkalı kombinasyonunda, en düşük direnç ise teğet kesitli kayın kaplama, lif levha ve kontak tutkalı kombinasyonundan elde edildiği görülmüştür.

Kim ve ark., 2010 yılında ham MDF ile çeşitli malzemeler ile kaplanmış MDF'lerin formaldehit salınımını karşılaştırmışlardır. Ham MDF'ye karşı ağaç kaplama, LPM, HPM, kağıt ve PVC ile kaplanmış MDF levhaların oda metoduna göre formaldehit salınımı testi yapılarak kaplanmış yüzey ile ham MDF ve kaplanan malzemelere göre de kaplanmış levhaların formaldehit salınımları karşılaştırılmıştır.

Kılıç ve ark., 2009 yılında PVC ile kaplanmış MDF'lerin yüzey pürüzlülüğünün yüzeye dik çekme direnci üzerine etkisi test edilmiştir. Dört farklı kumda zımpara (220, 240, 280,320 kum) ile zımparalanmış MDF levhaların pürüzlülükleri değerlendirilmiştir. Yüzey pürüzlülükleri ISO 4288 çerçevesinde belirlenmiştir. Daha sonra MDF levhalara poliüretan esaslı tutkallar ile PVC kaplanmıştır. EN 326-1 e göre 50×50 mm ebatlarında 70 örnek alınmıştır. Çekme direnci için üniversal test makinesi kullanılmıştır. Test sonuçları istatiki analiz edilmiştir ve MDF levhalarda yüzey pürüzlülüğünün, artan zımpara taneciği, zımparalama ile azaldığı bulunmuştur. Yüzey pürüzlülüğü, kaplanmış örneklerin levha yüzeyine dik çekme direncini etkiler. Ve en iyi çekme direnci 240 kum zımparalı yüzeyde elde edildiği görülmüştür.

Muğla'nın 2010 yılında yapmış olduğu, "farklı yüzey kaplama malzemelerinin MDF levhaların yüzey özellikleri üzerine etkileri", isimli çalışmasında piyasada yaygın olarak kullanılan PVC kaplı MDF, lamine kaplı MDF ve piyasada yaygın olarak kullanılan 18 mm kalınlığındaki ham haldeki MDF levhaya lake boya uygulaması yapılarak , çizilme, aşınma, sigara ateşi, lekelenme, su buharı dayanımı, çarpma, çatlama, ve sıcak kaplara dayanıklılık gibi yüzey özellikleri belirlenmiştir. Yine yapılan çalışma ile PVC, lamine ve lake boya uygulamaların yüzey özellikleri cinsinden karşılaştırılması yapılmıştır.

2011 yılında Budakçı ve Akkuş, "bazı ahşap esaslı levhalarda kaplama yapışma direncinin yapay sinir ağları ile modellenmesi", konusunu incelemiştir. Bu çalışmada, günümüzde birçok alanda kullanılan ve alınan veri sonuçlarının gerçeğe yakın değerler elde edilmesine olanak sağlayan, yapay zeka yöntemlerinden biri olan "Yapay Sinir Ağlarının (YSA)", mobilya ve dekorasyon elemanlarının kalite kontrol testlerinde kullanılması amaçlanmıştır. Deney çalışmasında, 18 mm kalınlığındaki yatık yongalı levha, orta yoğunlukta lif levha, ve kontrplak malzemelerin yüzeylerine farklı miktarlarda (100, 150, 200 g/m<sup>2</sup>) izosiyanat tutkalı kullanılarak yapıştırılmış ahşap kaplama ve laminat levhaların ortalama yapışma dirençleri belirlenmiştir. Daha sonra tutkal miktarı faktörünün ara değerleri olan 125 g/m<sup>2</sup> ve 175 g/m<sup>2</sup> ve YSA kullanılarak modellenmiştir. Elde edilen

veriler sonucunda YSA' nın mobilya ve dekorasyon elemanlarının kalite kontrolünde, tahribatsız analizi için alternatif bir metot olabileceği kanaatine varılmıştır.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Deneme materyalleri ve hazırlanması

Bu çalışmada, 18 mm kalınlığında parlak PVC (Hg PVC) , mat PVC ile wrapping ve membran pres metodu ile kaplanmış MDF kullanılmıştır. Çalışmada kullanılmak üzere ilgili standartlar da belirtilen ölçülerde ve sayıda örnekler hazırlandı. Testler Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Odun Mekaniği ve Teknolojisi Laboratuvarı'nda ve Kastamonu Entegre /Gebze Tesisleri'nde gerçekleştirildi.

#### 3.2. Metot

##### 3.2.1. Yapışma direnci

Yapışma direnci TS EN 311 standartlarına uygun olarak yapıldı. Wrapping metodu ve membran pres metodu ile kaplanmış levhalardan 50×50 mm ebatlarında 8 er adet örnek hazırlandı. Örneklerin PVC li yüzeylerine 0.3 mm derinlikte iç çapı35.7 mm ±0.2 mm olan oyuklar açıldı. Oyukların açıldığı yüzeye çelik yastıklar erime noktası 150 °C nin altında olan erimiş- sıcak yapıştırıcı ile yapıştırıldı. Çelik yastıklar etüvde ısıtıldıktan sonra yüzeyine yapıştırıcı uygulandı. Yapıştırıcılı yastıklar hazırlanmış örneklerin yüzeyine yapıştırıldı. Örnekler bu şekilde hazırlandıktan sonra oda sıcaklığında yapıştırıcı kuruyana ve sertleşene kadar bekletildi. Yapışma direnci testinde Zwick/Roell Z010 test makinası kullanıldı. Deney numunesi Şekil 3.1.a.'daki gibi çelik askı içerisine yerleştirildi. Kopma işleminin oluşması için bir kuvvet (60±30) saniye süreyle ve sabit bir hızla uygulandı. Kopma sonrası çekilen görüntü Şekil 3.1.b.' de görülmektedir. Her örneğin yüzey sağlamlığı SS, N/mm<sup>2</sup> olarak aşağıda Formül 3.1 ile hesaplandı.

$$SS = \frac{F}{A} \quad (3.1)$$

Formülde, F: en büyük kuvvet (N),

A: çelik yastiğın yapıştırıldığı yüzey alanı (1000 mm<sup>2</sup>) .

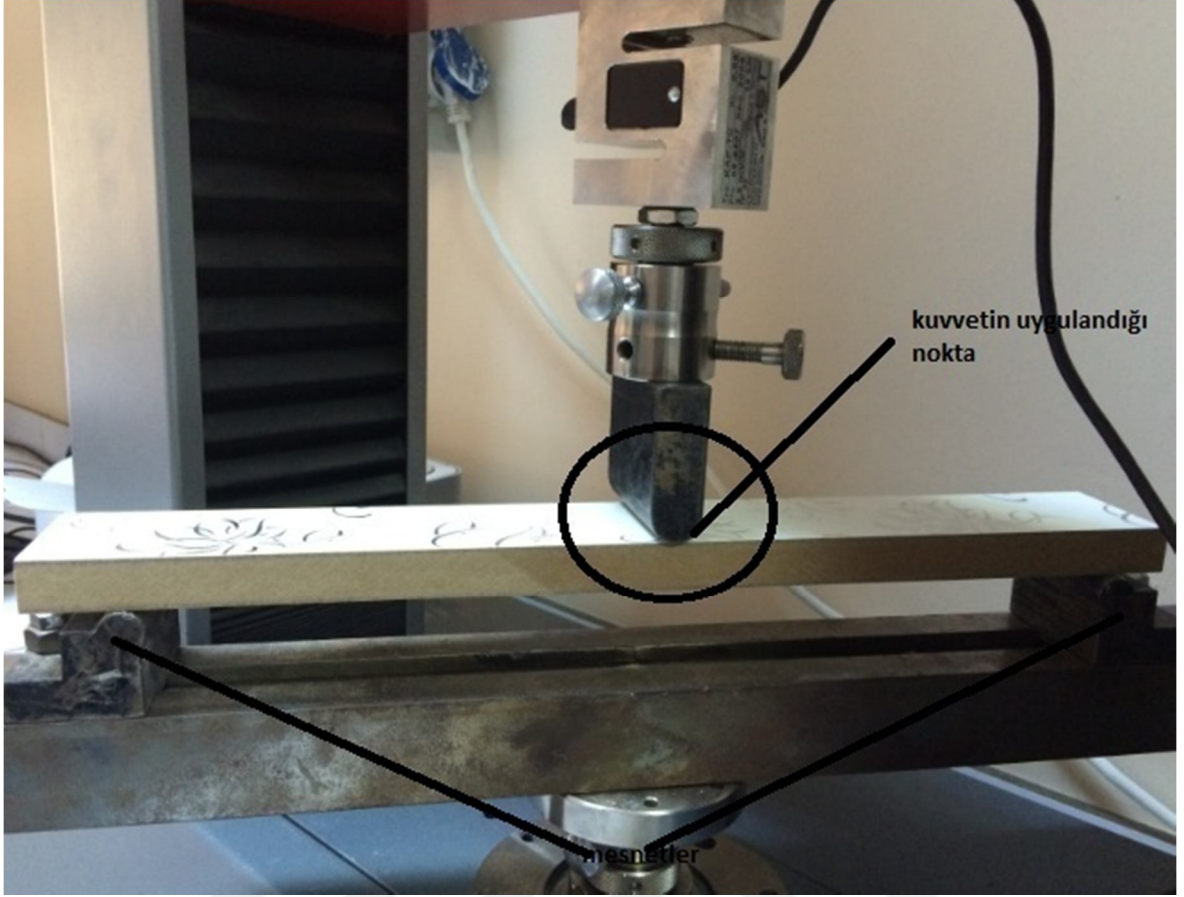


Şekil 3.1.a. Yapışma direnci test düzeneği

Şekil 3.1.b. Test edilmiş örnek

### 3.2.2. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü

Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü tayini TS EN 310'da belirtilen esaslara göre yapıldı. Wrapping ve membran pres yöntemi ile kaplanmış levhalardan örnekler TS EN 326-1'e uygun hazırlandı. Buna göre genişlik  $50 \pm 1$  mm, uzunluk deney parçasının anma kalınlığının 20 katı  $\pm 50$  mm olacak şekilde alındı. Zwick/Roell Z010 test makinası kullanıldı. Şekil 3.2. de gösterildiği gibi iki dayanak noktası üzerine örnekler yerleştirildi ve örneğin orta noktasından kuvvet uygulanarak test gerçekleştirildi.



Şekil 3.2. Eğilme direnci test düzeneği

Eğilme direnci; en büyük kuvvete ( $F_{max}$ ) ulaşıldığı andaki momentin ( $M$ ), toplam en kesit alanına oranı yoluyla aşağıdaki Formül 3.2' ye göre hesaplandı.

$$\sigma_f M = \frac{3.F_{max}.l}{2.b.t^2} \quad (3.2)$$

$\sigma_f M$  = Eğilme direnci ( $N/mm^2$ )

Burada;

$F_{max}$  = Kırılma anındaki maksimum kuvvet ( N).

$l$  = Dayanak noktaları arasındaki açıklık ( kalınlığın 20 katı, mm).

$t$  = Örnek kalınlığı ( mm).

$b$  = Örnek genişliği (mm) 'dir.

Her numunenin eğilmede elastikiyet modülü (Em) aşağıdaki

Formül 3.3 ile hesaplanmıştır.

$$E_m = \frac{I_i^3 (F_2 - F_1)}{4bt^3(a_2 - a_1)} \quad (3.3.)$$

Burada;

I = Dayanak noktaları arasındaki açıklık(mm).

b = örnek genişliği ( mm).

t = örnek kalınlığı(mm).

$F_2 - F_1$  = Yük – deformasyon diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (N).

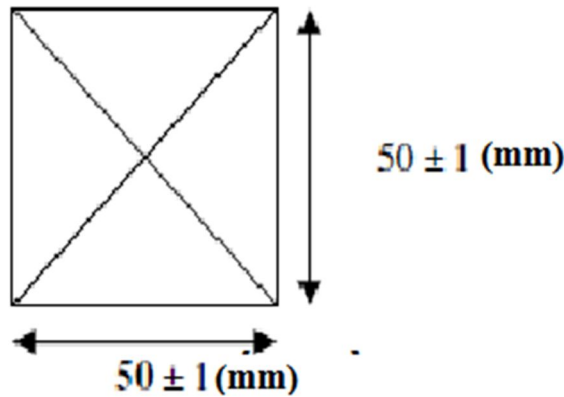
$F_1$  = Yaklaşık olarak en büyük kuvvetin % 10 ' u

$F_2$  = Maksimum yükün % 40' ı olmalıdır.

$a_2 - a_1$  = (  $F_2 - F_1$  ) kuvvet artışları nedeniyle deney numune uzunluğunun ortasında meydana gelen deformasyon artışıdır.

### 3.2.3. Su alma ve kalınlığına şişme

Su alma ve kalınlığına şişme testi TS EN 317 standardına uygun olarak yapıldı. Test örneklerinin kalınlığı Şekil 3.3.' te gösterildiği gibi TS EN 325' e uygun şekilde köşegenlerin kesişme noktasından 0.01 mm hassasiyetle ölçüldü. Örnekler, birbirine, su tankının tabanına ve kenarlarına değmeyecek şekilde dikine olarak, pH değeri  $7 \pm 1$  ve sıcaklığı  $20 \pm 1$  °C olan su içerisine üst kısımları su yüzeyinden yaklaşık olarak  $25 \pm 5$  mm aşağıda olacak şekilde daldırıldı. Şekil 3.4.' te su banyosu görülmektedir.



Şekil 3.3. Su alma ve kalınlığına şişme deney numunesinin boyutları



Şekil 3.4. Su banyosu

Kalınlığına şişme ( $G_t$ ) aşağıda Formül 3.4 yardımı ile hesaplanır;

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 (\%) \quad (3.4)$$

Burada ;

$G_t$  = Kalınlığına şişme miktarı(%),

$t_1$  = Deney numunesinin suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm),

$t_2$  = Deney numunesinin suya daldırmadan sonraki kalınlığı (mm)'dir.

#### 3.2.4. PVC yüzey testleri

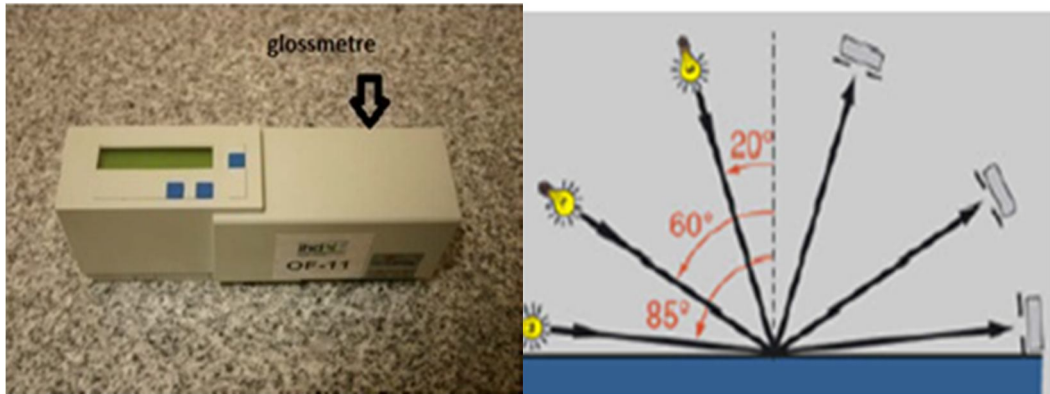
Burada PVC folyo alım ve malzeme kullanımında yer alan fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanı sıra bu özelliklerin doğruluk dereceleri yapılan testlerle ortaya konmuştur. Yüzey testleri ve baz alınan standart değerler Çizelge 3.1. de görülmektedir.

Çizelge 3.1. PVC yüzey testlerinde kullanılan standartlarda verilen değerler.

<i>Özellik</i>	<i>Standart</i>
Parlaklık (HG)	EN ISO 2813 DIN 67530 (yansıtma ile)
Çizilme direnci	TS EN 438-2
Kuru sıcaklığa dayanıklılık tayini	DIN 68861/7 , EN 12722:09 (100 °C)
Kimyasal dayanım	DIN- EN 68861-1 / DIN- EN 12720

PVC folyoya ait yapılan yüzey testleri aşağıda açıklanmıştır.

1. Parlaklık test metodu (HG- MAT): Test, EN ISO 2813 ve DIN 67530' da yer alan metodlara uygun gerçekleştirildi. Test yapılacak örnek PVC folyo rulosundan genişliği yönünde başlangıç, orta ve son kısımdan alındı. Yansıtma ilkesine göre parlaklık ölçümünde yüzey üzerine 20°-60° ve 85° açıda ışık verilerek yansıyan ışık foto elektrik yoluyla ölçüldü. Şekil 3.5.a ve b.'de glossmetre ve ölçüm açıları görülmektedir.

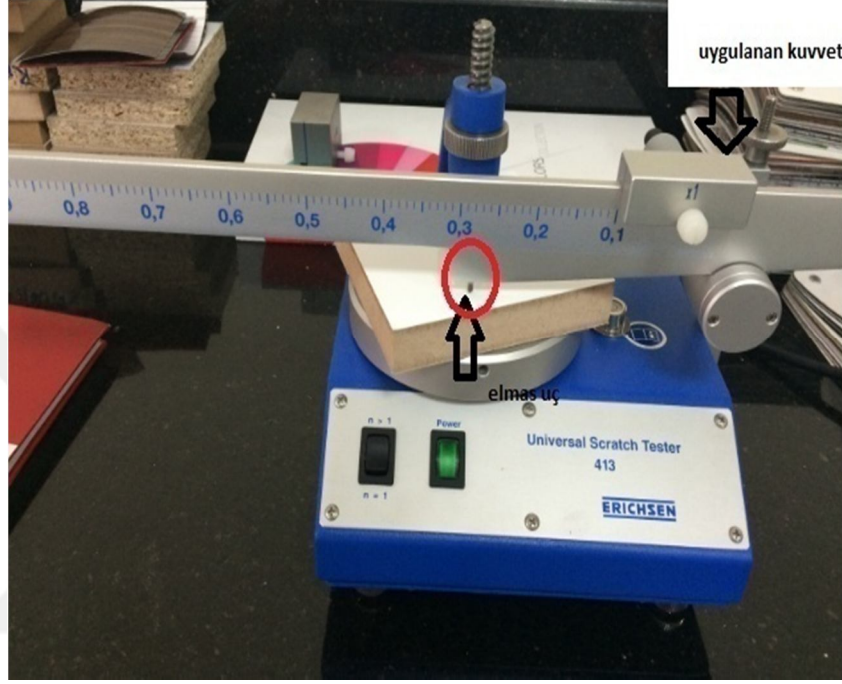


Şekil 3.5.a. Parlaklık test cihazı

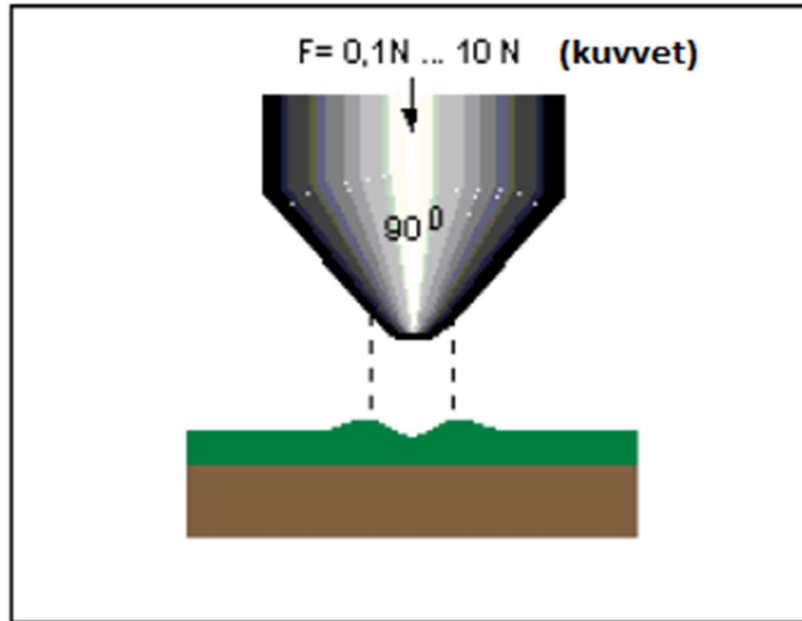
3.5. b. Parlaklık ölçüm tekniği

2. Çizilme direnci: TS EN 438-2' de belirtilen test metoduna göre yapıldı. Ancak Türkiye' de mobilya sektöründe hali hazırda yapılan yüzey testleri MDF lam, laminat kaplama, ağaç kaplama veya boyalı-vernük yüzeylere dönük olarak yapılmaktadır. PVC ya da Akrilik yüzeylere dönük çalışmalar özellikle Alman standartlarına göre son dönemlerde yapılmaya başlanmıştır. Deney numunesi 100×100 mm boyutlarında hazırlandı. Universal test cihazı (Erichsen 413) diamond 90° elmas çizici ucu kullanıldı. Ağırlık gücü ayarlandıktan sonra çizilme işlemine

başlanılarak ve kesintisiz çizik meydana gelene kadar kuvvet artırılarak ve aralarında belirli bir mesafe bırakılarak dairesel olarak deneye devam edildi. Test sonuçlarında elde edilen daireye ışık kabininde kömür tozu dökülerek bakıldı. Malzeme de kesintisiz çizimin olduğu kuvvet çizilme direnci olarak alındı. Şekil 3.6.a.' da çizilme direnci test düzeneği, Şekil 3.6.b.' de ise kuvvetin uygulandığı nokta görülmektedir.



Şekil 3.6.a. Çizilme direnci test düzeneği



Şekil 3.6.b. Çizilme direnci kuvvet uygulama noktası

3. Kuru sıcaklığa dayanıklılık tayini: DIN 68861/7 ve EN 12722:09 (100°C) test metoduna göre yapıldı. İlgili standartlarda verilen ölçülerde, Şekil 3.11. de görülen bir alüminyum blok, standartta öngörülen sıcaklığa (100°C) ulaşana kadar ısıtıldıktan sonra test edilecek yüzey üzerinde 20 dakika boyunca soğumaya bırakıldı. Bu süre sonunda yüzey yumuşak bir dokuyla temizlenerek en az 16 saat oda sıcaklığında bekletildi. Daha sonra Çizelge 3.2. de verilen sınıf ve kriterlere göre yüzey değerlendirmesi yapıldı.



Şekil 3.7. Alüminyum blok

Çizelge 3.2. DIN 68861/7' ye göre yapılan Kuru sıcaklık değerlendirme kriterleri.

<b>DIN 68861/7</b>	
<b>Değerlendirme kriteri</b>	<b>Değerlendirme sonucu</b>
<b>Sınıf A /1</b>	<i>Güçlü değişmiştir</i>
<b>Sınıf B /2</b>	<i>Belirgin değişmiştir</i>
<b>Sınıf C /3</b>	<i>Orta değişmiştir</i>
<b>Sınıf D /4</b>	<i>Hafif değişmiştir</i>
<b>Sınıf E /5</b>	<i>Değişiklik olmamıştır</i>

1. Kimyasal dayanım: deneyler DIN 68861/1 (DIN EN 12720) test metoduna göre yapıldı. Numune yüzeylerine 5 çeşit gıda ve 3 çeşit kimyasal malzeme uygulanıp üzerleri saat camı ile belirli süre kapatılarak bekletildi. Bu işlem sonunda, yüzeyde

oluşan bozulma şekilleri Çizelge 3.3. te verilen kriterlere göre değerlendirildi. Çizelge 3.4.' te ise kullanılan kimyasallar görülmektedir.

Çizelge 3.3. Kimyasal dayanım değerlendirme kriterleri.

<b>Görünüm</b>	<b>Değerlendirme kriteri</b>
<i>Görünür değişiklik yok</i>	<i>5 /sınıf E</i>
<i>Görünür parlaklık ve/veya renk değişimleri</i>	<i>4/ sınıf D</i>
<i>Parlaklık ve/veya renkte hafif değişiklik. test yüzeyi etkilenmemiş</i>	<i>3/sınıf C</i>
<i>Güçlü iz ve test yüzeyinde önemli değişiklik yok</i>	<i>2/sınıf B</i>
<i>Güçlü iz ve test yüzeyi hasar görmüş</i>	<i>1/sınıf A</i>
<i>Test yüzeyinin önemli ölçüde değişmesi ve/veya ortadan kalkması</i>	<i>1/ sınıf A</i>

Çizelge 3.4. Kimyasal dayanım uygulama şeması.

<b>Kimyasal dayanım</b>	<b>Kullanılan malzemeler</b>	<b>Kontrol edilen süre</b>	<b>Sonuç</b>
<i>Gıda ürünlerine dayanıklılık</i>	<i>Zeytin yağı, çay, kahve, ketçap, sirke</i>	<i>16 saat</i>	<i>Sınıf 5-E</i>
<i>Temizlik ürünlerine dayanıklılık</i>	<i>Bulaşık deterjanı, Çamaşır suyu, cıf</i>	<i>16 saat</i>	<i>Sınıf 5-E</i>

Kimyasal dayanım testinde her evde en sık kullanılan ve kolay bulunan malzemeler oldukları için özellikle bu malzemeler kullanıldı.

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Yapışma Direnci

Wrappingmetod ve membran pres tekniği ile HG PVC kaplanan 18 mm MDF lamlardan 8' er adet örnek test edilmiştir. Test sonuçları Çizelge 4.1. de gösterildi.

Çizelge 4.1. Yapışma direnci test sonuçları.

Yapışma direnci (N/mm <sup>2</sup> )	Hg PVC wrapping metod	Mat PVC wrapping metod	Hg PVC membran metod	Mat PVC membran metod
<i>Ort.</i>	2.09	1.16	1.80	0.96
<i>Std.</i>	0.16	0.07	0.13	0.10
<i>Cov</i>	7.67	6.31	7.07	10.06
<i>max.</i>	2.25	1.28	2.00	1.13
<i>min.</i>	1.87	1.08	1.62	0.88

Çizelge 4.1. incelendiğinde her iki teknikte de yüzey dayanıklılığının TS EN 311' de verilen standart değer (TS EN311 standart  $\geq 1\text{N/mm}^2$ ) üzerinde olduğu görüldü. Ancak wrapping metodunda bu değer membran prese göre daha yüksek olduğu tespit edildi. Bunun nedeni ise ham levhanın yüzey sağlamlığı ve metodlarda kullanılan tutkal farklılığıdır. Wrapping medtodunda kullanılan tutkal çift komponentli poliüretan esaslı hot-melt tutkaldır. Membran metodunda ise tek komponentli poliüretan esaslı tutkal kullanılmaktadır. Çift komponentlipoliüretan esaslı hot melt tutkalın tutuculuk oranı daha fazladır. Yapışma direnci test sonucu malzemenin ebatlama, CNC ve diğer yüzey işlemlerinde sıkıntı (PVC nin yüzeyden kalkması, kırılması ve atması gibi) oluşmaması açısından önemlidir.

### 4.2. Eğilme Direnci ve Eğilmede Elastikiyet Modülü

Wrapping metodu ve membran pres tekniği ile HG PVC kaplanmış 18 mm MDF örnekleri ve ham 18 mm MDF örnekleri test edildi. Çizelge 4.2 de eğilme direnci test sonuçları gösterildi.

Çizelge 4.2. Eğilme direnci test sonuçları.\*

<i>Eğilme direnci (N/mm<sup>2</sup>)</i>	<i>Wrapping metod</i>			<i>Membran metod</i>		
	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>
<i>Avg.</i>	33.68	37.55	41.47	29.04	43.68	35.52
<i>Std.</i>	0.75	1.22	1.67	1.51	0.07	0.51
<i>Cov.</i>	2.24	3.24	4.03	5.18	0.15	1.44
<i>max.</i>	34.31	39.00	43.25	31.05	43.76	37.5
<i>min.</i>	32.77	36.3	39.65	26.83	43.61	35.01

\*Deneme örnekleri yoğunlukları (Kg/m<sup>3</sup>)

Wrapping ( Ham MDF: 745 , Hg PVC kaplı: 803, Mat PVC kaplı: 793)

Membran (Ham MDF: 750, Hg PVC kaplı: 811, Mat PVC kaplı: 797)

Çizelge 4.2. 'de verilen eğilme direnci sonuçları incelendiğinde,

- Ham levhalarda, sonuçların TS EN 310 standardında verilen değerler (eğilme  $\geq 20$  N/mm<sup>2</sup>) içerisinde yer aldığı, ancak wrapping metodunda kullanılan ham MDF nin eğilme direnci sonucunun membran metodunda kullanılan ham MDF den daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu farklılık, her iki ürünüde farklı firmalardan tedarik edilmesinden kaynaklanmaktadır.
- Wrapping metodunda Hg PVC ile kaplanan levhanın eğilme direnci sonucu ile Mat PVC ile kaplanmış levhanın sonuçlarının da standartta verilen değerler içerisinde olduğu görülmektedir. Mat PVC ile kaplanan levhanın eğilme direncini Hg PVC den yüksek olmasının nedeni mat PVC de levhanın her iki yüzeyinin aynı PVC ile kaplı olmasından dolayı oluşan kalınlık artışından kaynaklandığı söylenebilir. (PVC' lerin esneme kat sayısı farkı kalınlık artışı ile de duruma etki ettiği söylenebilir).
- Membran metodunda da Hg PVC ile kaplanan levha ile Mat PVC ile kaplanmış levhanın eğilme direnci sonuçları standartta verilen değerler içerisinde yer almaktadır. Hg PVC ile kaplanan levhanın sonucunun Mat PVC ile kaplanan levhadan daha yüksek olarak elde edilmiştir. Bunun sebebinin Hg PVC'nin (0,50 mm) Mat PVC (0,40 mm) ' ye göre kalınlığının daha fazla olmasından olabileceği düşünülmektedir.

- Wrapping metodu ile kaplanmış levhalar ile membran metodu ile kaplanmış levhalar karşılaştırıldığında, Hg PVC ile kaplanmış levhalarda membran metodunda eğilme direnci, wrapping metoduna göre daha yüksek ölçülmüştür. Bunun akla ilk gelen nedeni, kullanılan Hg PVC kalınlıklarındaki farklılıktır. Mat PVC de ise wrapping metodunda sonucun membran metodundan daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun temel etkeninin, wrapping metodunda levha yüzeylerinin her iki tarafında Mat PVC ile kaplanmasına bağlı olarak PVC kalınlık farkı olması muhtemeldir. Çizelge 4.3. 'de eğilmede elastikiyet modülü direnci test sonuçları gösterildi.

Çizelge 4.3. Eğilmede elastikiyet modülü test sonuçları.\*

<b>Elastikiyet modülü (N/mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Wrappingmetod</b>			<b>Membranmetod</b>		
	<b>Ham MDF</b>	<b>Hg PVC kaplı</b>	<b>Mat PVC kaplı</b>	<b>Ham MDF</b>	<b>Hg PVC kaplı</b>	<b>Mat PVC kaplı</b>
<b>Avg.</b>	3532.04	3573.8	3938.52	3504.24	4023.85	4302.76
<b>Std.</b>	55.69	95.13	38.76	35.06	18.83	28.13
<b>Cov.</b>	1.58	2.66	0.98	1.00	0.47	0.65
<b>max.</b>	3617.18	3732.15	4003.53	3532.44	4049.74	4325.82
<b>min.</b>	3460.80	3475.29	3903.47	3443.28	3996.89	4263.28

\*Deneme örnekleri yoğunlukları (Kg/m<sup>3</sup>)

Wrapping ( Ham MDF: 745 , Hg PVC kaplı: 803, Mat PVC kaplı: 793)

Membran (Ham MDF: 750, Hg PVC kaplı: 811, Mat PVC kaplı: 797)

Çizelge 4.3. de eğilmede elastikiyet modülüne bakıldığında eğilme direncine benzer şekilde ham levhalarda ve kaplanmış levhalarda elde edilen değerlerin TS EN 310'da verilen sınırlar içerisinde (eğilmede elastikiyet modülü değeri  $\geq 2200$  N/mm<sup>2</sup>) olduğu ve kaplanmış levhalarda bu değerlerin daha çok arttığı tespit edilmiştir.

Nemli 1995 ve 2000 yıllarında yapmış olduğu çalışmalarda yonga levha üzerine çeşitli yüzey malzemelerini kaplamış ve kaplamanın, malzemenin mekanik özelliklerinde, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülüne, olumlu yönde etki ettiğini belirlemiştir. Yine Özdemir' in 1996 yılında yaptığı yonga levha üzerine kaplama malzemelerinin mekanik etkileri, Akkılıç' ın 1998 yılında yapmış olduğu farklı yüzey malzemeleri ile kaplanmış yonga levhaların mekanik özellikleri ile ilgili çalışmalarında, kaplama işleminin

yonga levhanın mekanik özelliklerinden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülünde, olumlu yönde artışa neden olduğu görüldü.

### 4.3. Su Alma ve Kalınlığına Şişme

Wrapping metodu ve membran pres ile Mat ve Hg PVC kaplanmış MDF levhaların su alma test sonuçları Çizelge 4.4.'te gösterildi.

Çizelge 4.4. Su alma.\*

<i>Su alma (24 saat)</i>	<i>Wrappingmetod</i>			<i>Membranmetod</i>		
	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>
<i>Avg.</i>	19.06	11.01	13.17	19.93	10.81	12.35
<i>Std.</i>	2.51	2.67	1.10	3.77	2.46	0.89
<i>Cov.</i>	18.43	23.13	8.34	18.92	22.75	7.21
<i>max.</i>	23.55	14.78	14.04	24.23	14.07	13.52
<i>min.</i>	15.72	8.99	12.00	15.61	8.39	11.25

\*Deneme örnekleri yoğunlukları (Kg/m<sup>3</sup>)

Wrapping ( Ham MDF: 745 , Hg PVC kaplı: 803, Mat PVC kaplı: 793)

Membran (Ham MDF: 750, Hg PVC kaplı: 811, Mat PVC kaplı: 797)

Çizelge 4.4.' te verilen su alma direnci test sonuçlarına bakıldığında, ham ve kaplanmış levhaların sonuçlarının TS EN 317 standardında yer alan en yüksek değer (max % 40) altında yer aldığı, her iki metotta da kaplama işleminin sonucu olumlu yönde etkilediği anlaşıldı. Kaplanmış ürünlerde hem PVC faktörü hem kaplama işlemini sonuçları etkilediği görüldü.

Kalınlığına şişme test sonuçları Çizelge 4.5.'te gösterildi.

Çizelge 4.5. Kalınlığına şişme.\*

<b>Kalınlığına şişme (24 saat)</b>	<b>Wrappingmetod</b>			<b>Membranmetod</b>		
	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>	<i>Ham MDF</i>	<i>Hg PVC kaplı</i>	<i>Mat PVC kaplı</i>
<b>Avg.</b>	3.34	0.91	0.10	3.62	0.90	0.88
<b>Std.</b>	0.28	0.12	9.67	0.41	0.15	0.10
<b>Cov.</b>	10.98	10.00	1.12	11.26	16.86	11.52
<b>max.</b>	3.79	1.33	0.91	4.08	1.06	0.99
<b>min.</b>	0.63	1.00	0.21	3.20	0.74	0.72

\*Deneme örnekleri yoğunlukları (Kg/m<sup>3</sup>)

Wrapping ( Ham MDF: 745 , Hg PVC kaplı: 803, Mat PVC kaplı: 793)

Membran (Ham MDF: 750, Hg PVC kaplı: 811, Mat PVC kaplı: 797)

Kalınlığına şişme test sonuçları değerlendirildiğinde su almada olduğu gibi ham ve kaplanmış levhalarda hesaplanan değerlerin TS EN 317' de verilen değerden ( $\leq$  %12) çok daha küçük olduğu görülmektedir. Su almada olduğu gibi kalınlığına şişmede de kaplanmış ürünlerde PVC faktörü ve kaplama işleminin sonuçları etkilediği görüldü.

Su alma ve şişme, mobilya ve aksesuar üreticilerinin, parçaların optimum ayarlarını yapmak için rutubetle temas sonucunda levhaların ebatlarında meydana gelebilecek değişimleri azaltmada önemli etkindir.

Su alma ve kalınlığına şişme konusunda daha önce yonga levha üzerine farklı yüzey malzemelerinin kaplanması ile ilgili yapılan çalışmalarda (Nemli, 1995 ve 2000 yıllarında yaptığı yonga levhaların farklı yüzey malzemeleri ile kaplanmasının fiziksel ve mekaniksel özelliklerindeki değişimleri, Özdemir, 1996 yılında yapmış olduğu yüzey kaplama malzemelerinin yonga levha üzerine etkileri, Akkılıç, 1998 yılında yaptığı farklı yüzey malzemeleri ile kaplanmış yonga levhalarda fiziksel ve mekaniksel özelliklerinin kaplama malzemesine göre nasıl etki gösterdiği) bize yüzey kaplama işlemlerinin malzemelerde su alma ve kalınlığına şişme özelliklerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir.

#### 4.4. PVC Yüzey Testleri

Wrappingmetod ve membran pres metodunda kullanılan PVC yüzeylerine yapılan testlerin sonuçları Çizelge 4.6. da gösterildi.

Çizelge 4.6. PVC yüzey testleri.

Özellikler	Standart değer	Wrapping		Membran	
		Mat (0.20 mm kalınlık)	Hg (0.30 mm kalınlık)	Mat (0.40 mm kalınlık)	Hg (0.50 mm kalınlık)
Parlaklık (Hg) (gloss)	<i>Gloss 90 (±3)</i>		92.3		90
Çizilme direnci(N)	<i>1.5 N</i>	<i>5 N</i>	<i>6 N</i>	<i>5 N</i>	<i>4 N</i>
Kuru sıcaklığa dayanıklılık (sınıf)	<i>Sınıf 5/E</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>
Kimyasal dayanım (sınıf)	<i>Sınıf 5/E</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>	<i>Sınıf 5- E</i>	<i>Sınıf E / ≥ 4</i>	<i>Sınıf E -5</i>

Her iki metotta da kullanılan her iki PVC ile kaplanmış örneklerde yapılan yüzey direnci test sonuçları incelendiğinde elde edilen değerlerin, standartlarda öngörülen sınırlar içerisinde olduğu tespit edildi. PVC yüzey direnci test sonuçları üzerinde kaplama işlemi yapacak olan firmanın yüzey kalite standartları ve PVC üretici firmanın kalite standartlarının etken olduğu söylenebilir.

Muğla (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, PVC ve lamine kaplı MDFler ile lake uygulaması yapılmış MDF lerin yüzey özellikleri karşılaştırılmıştır. Sonuçlar PVC kaplı yüzeylerin lamine kaplı MDF ler ile lake uygulanmış MDF'lere kıyasla daha iyi yüzey özelliklerine sahip olduğunu ortaya koymuştur.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, farklı kalınlıklarda ve farklı yapılarıdaki PVC folyolar kullanılarak 2 farklı üretim tekniği ile kaplanmış MDF levhaların fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri araştırıldı. Yapışma direncini belirlemek için TS EN 311 Ahşap Esaslı Levhalarda Yüzey Sağlamlığı Deney Metodu esas alındı. Genel olarak her iki metotta da standartlara uygun (standart  $\geq 1N$ ) sonuçlar verdiği tespit edildi. Üretim metodları karşılaştırıldığında ise yapışma işleminde kullanılan tutkal farklılığından dolayı wrapping metodun da sonuçların daha yüksek çıktığı görüldü.

Eğilme direnci testlerinde Hg PVC lerdemembran metodunda elde edilen değer (43.68 N/mm<sup>2</sup>), Mat PVC lerde ise wrapping metodunda elde edilen değer (41.47 N/mm<sup>2</sup>) daha yüksektir. Her iki metotta da sonuçlar incelendiğinde, Hg wrapping 37.55 N/mm<sup>2</sup>, mat wrapping 41.47 N/mm<sup>2</sup>, Hg membran 43.68 N/mm<sup>2</sup>, mat membran 35.52 N/mm<sup>2</sup> değerlerin TS EN 310 standardında istenilen değer (20 N/mm<sup>2</sup>) üzerinde olduğu görüldü.

Elastikiyet modülündede test sonuçlarının TS EN 310' da öngörülen değerlere ( $\geq 2200$  N/mm<sup>2</sup>) ulaştığı görüldü.

Su almave kalınlığına şişme değerleride TS EN 317 standardında belirtilen değerlerde ( su alma max %40, kalınlığına şişme  $\leq$  %12 ) ölçüldü.

Yüzey testlerinin sonuçları değerlendirildiğinde, testlerde PVC' lerden elde edilen değerlerinin genellikle PVC standartlarında belirtilen aralıklarda olduğu görüldü.

Son yıllarda MDF yüzeylerinin PVC ile kaplanarak kullanımı mobilya sektöründe giderek artmaktadır. Yüzey kaplama malzemeleri, kullanılan malzemenin mekanik özelliklerini iyileştirmekte ve yüzey görünümünü olumlu etkilemektedir.

Sonuç olarak bu tür ürünlerin mobilya sektöründe kullanımının hızla artması, farklı mekanik özelliklerdeki ham MDF ve MDF lam ürünleri üzerinde farklı şekil ve türlerde kaplama teknikleri hakkındaki bilgilerin genişletilmesine duyulan ihtiyacı giderek arttırmaktadır. Aynı zamanda, kaplamayı en çok etkileyen özelliklerden MDF, tutkal ve PVC' lerin kaplama üzerine etkisinin aynı ortam ve çevresel şartlar altında kaplanarak araştırılması, ürünlerin kalite standardının sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için gelecekte planlanacak çalışmalarda bu durumun dikkate alınması gereklidir. Bilindiği üzere PVC folyo ile kaplanmış MDF gibi malzemelerin değerlendirilmesinde kendine has

yeterli kriterlerin olmaması nedeni ile bu malzemeler MDF lam ya da yonga lama göre değerlendirilmektedir. Bu nedenle gelecekte yapılacak benzer çalışmaların, mobilya üretiminde bu tür malzemelerin kullanımına olumlu katkı yapacağı beklenmektedir.



## KAYNAKLAR

- Akbulut, T. 1999. Dünyada ve Türkiyede MDF Endüstrisinin Genel Durumu. *Laminat, Mobilya & Dekorasyon Sanat & Tasarım Dergisi*, Ağustos-Eylül, Sayı:3.
- Akkılıç, H. 1998. Farklı Yüzey Malzemeleri İle Kaplanan Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi.
- Aslan, H. 2008. Yaşar Ahşap A.Ş. İşletmesindeki Kaplama Üretimini İncelenmesi ve Bu Fabrikada Üretilen Kaplamalarla Diğer Tip Kaplamaların Kıyaslanması, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş.
- Budakçı, M., Akkuş, M. 2011. Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncini Yapay Sinir Ağları ile Modellenmesi *Politeknik Dergisi*, Cilt:14, Sayı:1, Sayfa:63-71.
- Çamlıbel, O. 2006. Ormangülü biyokütlesinden (Rhododendron Ponticum L.) MDF (Orta Yoğunlukta Lif Levha) üretimi olanaklarının araştırılması. A.İ.B.Ü. Düzce Orman fakültesi/Düzce.
- Döngel, N. 2005. Ahşap ve Ahşap Esaslı Döşeme Kaplamaları Malzemelerinin Teknik Özellikleri, Gazi üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Eroğlu, H. ve Usta, M. 1994. Lif Levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 45, s. 212, Trabzon.
- Eroğlu, H. ve Usta, M. 2000. Lif Levha Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Kalaycıoğlu H ve Nemli G 1996 Yonga Levhada Laminasyon. *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 12: 30-47.
- Kara, M. 2011. Tutkal Miktarı ve Levha Yoğunluğunun MDF' nin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 130s.
- Kılıç, İ. 2006. Bazı Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kılıç, M., Burdurlu, E., Aslan, S., Altun, S., Tümerdem, Ö. 2009. The Effect of Surface Roughness on Tensile Strength of the Medium Density Fiberboard (MDF) Overlaid with polyvinylchloride (PVC). *Materials And Design* 30 (2009) 4580-4583.
- Kim, K.W., Kim, S., Kim, H.J., Park, J.C. 2010. Formaldehyde and TVOC Emission Behaviors According To Finishing Treatment With Surface Materials Using 20 L Chamber And FLEC. *Journal Of Hazardous Materials* 177 (2010) 90-94
- Kolmann, F.F.P., Kuenzi, E.W. and Stamm, A. J. 1975. Principles of Wood Science and Technology II. Wood Based Materials, Springer-Verlag, New York, 672 p.

- Muğla, K. 2010. Farklı Yüzey Kaplama Malzemelerinin MDF Levhaların Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nemli, G. 1995. Melamin Emdirilmiş Kağıtlarla Kaplamanın Yonga Levha Teknik Özelliklerine Etkisi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.51(3):1-57
- Nemli, G. 2000. Yüzey Kaplama Malzemeleri ve Uygulama Parametrelerinin Yonga Levha Teknik Özellikleri Üzerine Etkileri. Karadeniz Teknik Üniversitesi *Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*.
- Nemli, G. 2003. Sentetik Laminat Endüstrisi. *KTÜ Orman Fakültesi Yayınları*. Ders Tezsirleri Serisi No: 71, Trabzon, 110 s.
- Özdemir, T. 1996. Mutfak Mobilyası Üretiminde Kullanılan Yüzey Kaplama Malzemelerinin Yonga Levha Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Suchland, O., Woodson, G., 1991: Fiberboard Manufacturing Practices in the United States. U.S. Department of Agriculture, Forest Service No: 640, Louisiana, USA.
- TS EN 310 Ahşap Esaslı Levhalar- Eğilme Dayanımı ve Eğilmede Elastikiyet Modülünün Tayini /ANKARA.
- TS EN 311 Ahşap Esaslı Levhalar- Yüzey Sağlamlığı Deney Metodu/ ANKARA.
- TS EN 317 Ahşap Esaslı Levhalar- Su Alma ve Boyutsal Stabilité/ ANKAR.
- URL-1- [www.renolit.com](http://www.renolit.com) RENOLIT DESIGN
- URL-2- [www.OZANMAKİNA.com](http://www.OZANMAKİNA.com)

## ÖZ GEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Songül KAYIŞ  
Uyruğu : T.C.  
Doğum tarihi ve yeri : 14.02.1984, İSKENDERUN  
Medeni hali : Bekar  
e-posta : [songul\\_oe@hotmail.com](mailto:songul_oe@hotmail.com)

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ /Orman Endüstri Müh. Bölümü	2016
Lisans	KSÜ/ Orman Endüstri Müh. Bölümü	2008
Lise	Fatih Lisesi (yda)	2002

### İş Denevimi

Yıl	Yer	Görev
2006	Yağmur Mobilya A.Ş./ Adana	stajyer
2007	Kelebek Mobilya AŞ. /Düzce	stajyer
2008-2014	<b>Işık Ahşap Profil Lojistik A.Ş. / Gaziantep</b>	<b>Kalite Güvence</b>
<b>Mühendisi</b>		

### Yabancı Dil

İngilizce