



**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TUTKAL REÇETELERİYLE ÜRETİLEN  
MELAMİN KAĞITLARININ MDF LEVHALARIN  
BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN  
ARAŞTIRILMASI**

**ÜMİT GÖK**

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

**KAHRAMANMARAŞ 2019**

**T.C.**  
**KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI TUTKAL REÇETELERİYLE**  
**ÜRETİLEN MELAMİN KAĞITLARININ MDF**  
**LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN**  
**ARAŞTIRILMASI**

**ÜMİT GÖK**

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

**KAHRAMANMARAŞ 2019**

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Ümit GÖK tarafından hazırlanan “FARKLI TUTKAL REÇETELERİYLE ÜRETİLEN MELAMİN KAĞITLARININ MDF LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI” adlı bu tez, jürimiz tarafından 14/06/2019 tarihinde oy birliği ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Dr.Öğr. Üyesi Zehra ODABAŞ SERİN (DANIŞMAN) .....

Orman Endüstri Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Prof. Dr. Ahmet TUTUŞ (ÜYE) .....

Orman Endüstri Müh.

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Dr.Öğr. Üyesi Mehmet AKYÜZ (ÜYE) .....

Kimya Bölümü

Kilis 7 Aralık Üniversitesi

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa YAZICI .....

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.

Ümit GÖK

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

Proje No: 2015/2-1YLS

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 TUTKAL REÇETELERİYLE ÜRETİLEN MELAMİN KAĞITLARININ MDF LEVHALARIN BAZI ÖZELLİKLERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

ÜMİT GÖK

## ÖZET

Bu çalışmada üst yüzeyi farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının, MDF lam levha özelliklerine olan etkisi araştırılmıştır. Dekor kağıdı olarak 80 g/m<sup>2</sup> gramaja sahip opak beyaz kağıtlar tercih edilmiştir. Dekor kağıdının emprenye işleminde tutkal reçetesi %30 melamin formaldehit (MF) + %70 üre formaldehit (ÜF) olacak şekilde sabit tutulmuştur. Kağıdın iki yüzeyi sıvanırken alt katmanda %100 MF sabit alınırken üst yüzey katmanında değişken oranlarda MF, ÜF ve bu iki tutkalın kombinasyonunu içeren reçeteler (%100MF, %80MF + %20ÜF, %60MF + %40ÜF, %40MF + %60ÜF, %20MF + %80ÜF, %100ÜF) uygulanmıştır. Elde edilen dekor kağıtları daha sonra 18 mm kalınlığındaki MDF yüzeyine bute saclar kullanılarak sabit sıcaklık (205°C), basınç (32kg/cm<sup>2</sup>) ve sürede (15 sn.) yapıştırılmıştır.

Tutkal reçetesinin levha özellikleri üzerine etkisini belirlemek üzere levhaların bazı fiziksel, mekanik ve yüzey özellikleri belirlenmiştir. Fiziksel özelliklerden yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme ve formaldehit salınımı, mekanik özelliklerden eğilme direnci, elastikiyet modülü ve yüzeye dik çekme direnci, yüzey özelliklerinden ise su buharına mukavemet, aşınma direnci, çizilmeye karşı mukavemet, sigara ateşine mukavemet, kir tutma (porozite) ve kapalılık (pişme) belirlenmiştir. Levha grupları arasındaki özellikler One-way ANOVA ve Duncan analiz testleriyle değerlendirilerek optimum tutkal sıvama reçetesi tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre MDF lam sektöründe dekor kağıdının üst yüzey sıvanmasında kullanılan %100MF yerine ekonomik açıdan %60MF+%40ÜF karışımından oluşan tutkal reçetesi kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** MDF, MDF lam, melamin formaldehit, dekor kağıdı, tutkal reçetesi

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Haziran/2019

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zehra ODABAŞ SERİN

Sayfa sayısı: 58

# INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DÉCOR PAPERS PRODUCED WITH DIFFERENT RESINS ON SOME PROPERTIES OF MDF

(M.Sc. THESIS)

ÜMİT GÖK

## ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the effect of décor paper coated with different resins on the properties of MDF was investigated. Opaque white papers having a weight of 80 g/m<sup>2</sup> were preferred as décor paper. In the impregnation process of the décor paper, the resin prescription was kept constant as 30% melamine formaldehyde (MF) + 70% urea formaldehyde (UF). During covering of the décor paper, 100% MF was taken in the bottom layer while the MF, UF and combinations of these two resin (100%MF, 80%MF + 20% UF, 60%MF + 40%UF, 40%MF + 60%UF, 20%MF + 80% UF, 100% UF) were applied in the upper surface layer. The obtained decor papers were then bonded to the MDF surface using bute caul plate at constant temperature (205°C), pressure (32 kg/cm<sup>2</sup>) and time (15 sec). Some physical (density, water absorption, thickness swelling, formaldehyde release), mechanical (modulus of rupture, modulus of elasticity, tensile strength perpendicular to surface) and surface (water vapor resistance, abrasion resistance, scratch resistance, cigarette fire resistance, porosity and curing rate) properties of the boards were determined to evaluate the effect of the resin prescription. One-way ANOVA and Duncan statistical analysis were used to compare the board properties. According to the results, it is found that it is suitable to use 60%MF + 40%UF resin mixture instead of 100%MF in covering the upper surface of decor paper.

**Keywords:** MDF, coating, melamine formaldehyde, decor paper, resin.

University of Kahramanmaraş Sütçü İmam

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Forest Industry Engineering Dept., June/2019

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Zehra ODABAŞ SERİN

Page Numbers: 58

## TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans eğitimin süresince bana yol gösteren, beni teşvik eden ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Zehra ODABAŞ SERİN'e,

Bu süreçte yoğun iş temposu içerisinde eğitimim için zaman ayırmama izin veren ve işletme olanaklarından faydalanmamı sağlayan KEAS Adana Fabrika Direktörümüz Sayın Ergin TURAN'a,

Tez çalışmamın yürütülmesinde bana yardımcı olan kıymetli Emprenye Üretim Hattı, Melamin Pres Üretim Hattı ve MEP Kalite Birimi üyelerine,

2015/2-1YLS nolu proje ile sunduğum bu çalışmaya maddi destek sağlayan KSÜ Bilimsel ve Araştırma Projeleri Birimi Başkanlığı'na

Ayrıca Tez çalışmam aşamalarında daima yanımda olan ve bana destek veren değerli eşim Songül GÖK ve oğlum Mehmet Oğuz GÖK'e teşekkürü bir borç bilirim.

Ümit GÖK

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa No

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
İÇİNDEKİLER .....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Türkiye ve Dünya’da MDF-Yonga Levha’nın Durumu .....	1
1.2. Yüzey Kaplama Malzemeleri .....	4
1.3. Melamin Kaplama Hattı (MEP Hattı) .....	6
1.3.1. Tutkal üretimi ve karıştırma sistemi .....	7
1.3.2. Emprenye ve sıvama hattı .....	7
1.3.2.1. Islatma aşaması .....	8
1.3.2.2. Penetrasyon aşaması .....	10
1.3.2.3. Emprenye aşaması .....	10
1.3.2.4. Dozajlama aşaması .....	11
1.3.2.5. Düzeltme aşaması .....	11
1.3.2.6. Kurutma aşaması (I) .....	12
1.3.2.7. Yüzey sıvama (Gravür) ve sıyırma aşaması .....	13
1.3.2.8. Düzeltme aşaması .....	13
1.3.2.9. Kurutma Aşaması (II) .....	14
1.3.2.10. Soğutma Aşaması .....	15
1.3.2.11. Ebatlama aşaması .....	15
1.3.3. Hidrolik pres hattı .....	15
1.3.3.1. Levha besleme aşaması .....	16
1.3.3.2. Dekor kağıdı besleme aşaması .....	16
1.3.3.3. Presleme aşaması .....	17
1.3.3.4. Kenar temizleme aşaması .....	19
1.3.3.5. Kalite kontrol aşaması .....	19
1.3.3.6. Yıldız soğutucu aşaması .....	20
1.3.3.7. Depolama .....	20
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....	21
3. MATERYAL VE METOT .....	24



3.1. Materyal .....	24
3.2. Metot .....	25
3.2.1. Dekor kağıtlarının emprenye edilmesi ve sıvanması .....	25
3.2.2. MDF levhalarının dekor kağıdı ile kaplanması (MDFlam) .....	25
3.2.3. MDFlam levhalarının fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerinin test edilmesi .....	26
3.2.3.1. MDFlam levhaların Fiziksel özelliklerinin belirlenmesi .....	26
3.2.3.1.1. Yoğunluk tayini .....	27
3.2.3.1.2. Su alma oranı (%) .....	27
3.2.3.1.3. Kalınlığına şişme oranı (%) .....	28
3.2.3.1.4. Gaz analiz yöntemine göre formaldehit tayini .....	28
3.2.3.2. MDFlam levhaların Mekanik özelliklerinin belirlenmesi .....	29
3.2.3.2.1. Eğilme direnci .....	30
3.2.3.2.2. Elastikiyet modülü .....	31
3.2.3.2.3. Yüzeye dik çekme direnci .....	31
3.2.3.3. MDFlam levhaların Yüzey özelliklerinin belirlenmesi .....	32
3.2.3.3.1. Su buharına mukavemet .....	32
3.2.3.3.2. Aşınma direnci .....	34
3.2.3.3.3. Çizilmeye karşı mukavemet .....	34
3.2.3.3.4. Sigara ateşine mukavemet .....	35
3.2.3.3.5. Porozite (Kir Tutma) .....	36
3.2.3.3.6. Kapalılık (Pişme) .....	37
3.2.4. İstatistiksel analiz .....	38
4. BULGULAR .....	39
4.1. MDF Levhalarının Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular .....	39
4.2. MDF Levhalarının Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular .....	39
4.3. MDF Levhalarının Yüzey Özelliklerine Ait Bulgular .....	40
5. İRDELEME .....	41
5.1. MDF Levhalarının Fiziksel Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi .....	41
5.1.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin yoğunluğu üzerine etkisinin irdelenmesi .....	42
5.1.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin su alma oranı (%) üzerine etkisinin irdelenmesi .....	42
5.1.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin kalınlığına şişme oranı (%) üzerine etkisinin irdelenmesi .....	43
5.1.4. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin formaldehit salınımı üzerine etkisinin irdelenmesi .....	44
5.2. MDF Levhalarının Mekanik Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi .....	45
5.2.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin eğilme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi .....	46
5.2.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin elastikiyet modülü direnci üzerine etkisinin irdelenmesi .....	46
5.2.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin çekme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi .....	47
5.3. MDF Levhalarının Yüzey Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi .....	48
5.3.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin su buharı mukavemeti üzerine etkisinin irdelenmesi .....	48

5.3.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin aşınma direnci üzerine etkisinin irdelenmesi .....	49
5.3.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin çizilme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi .....	50
5.3.4. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin sigara ateşine mukavemeti üzerine etkisinin irdelenmesi.....	51
5.3.5. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin porozite (Kir Tutma) üzerine etkisinin irdelenmesi .....	51
5.3.6. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin kapalılık (Pişme) üzerine etkisinin irdelenmesi .....	52
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	53
KAYNAKLAR.....	55
ÖZGEÇMİŞ.....	58



## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.1. Dünya’da odun esaslı panel üretiminde öncü ilk 15 ülke sıralaması .....	2
Şekil 1.2. Dünya’da MDF/HDF üretiminde öncü ilk 10 ülke sıralaması.....	2
Şekil 1.3. Dünya’da yonga levha üretiminde öncü ilk 10 ülke sıralaması.....	3
Şekil 1.4. Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında MDF/HDF üretim miktarı .....	3
Şekil 1.5. Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında yonga levha üretim miktarı.....	4
Şekil 1.6. Melamin kaplama iş akışı .....	7
Şekil 1.7. KEAS emprenye ve sıvama hattı iş akışı.....	7
Şekil 1.8. Emprenye ve sıvama hattı .....	8
Şekil 1.9. Dekor kağıt bobinin yıldıza takılması .....	9
Şekil 1.10. Dekor kağıdının ıslatma bölümüne iletilmesi .....	9
Şekil 1.11. Islatma silindiri .....	10
Şekil 1.12. Muz rulo .....	10
Şekil 1.13. Yalak silindiri .....	11
Şekil 1.14. Dozajlama silindirinin görünümü.....	11
Şekil 1.15. Düzeltme silindir takımının görünümü.....	12
Şekil 1.16. Kurutma fırını içindeki sıcak hava üfleme nozulları .....	12
Şekil 1.17. Sıvama silindiri bölümünün genel ve yakından görüntüleri .....	13
Şekil 1.18. Sıvama çıkışı düzeltme silindir takımının görünümü .....	13
Şekil 1.19. Kurutma fırınları .....	14
Şekil 1.20. Çekme merdaneleri .....	14
Şekil 1.21. Soğutma silindirleri .....	15
Şekil 1.22. Levha besleme ünitesi.....	16
Şekil 1.23. Dekor kağıt besleme ünitesi .....	17
Şekil 1.24. Melamin pres ünitesi .....	17

Şekil 1.25. Reçinenin preste sertleşmesi .....	18
Şekil 1.26. Hidrolik pres diyagram (Wemhöner GmbH) .....	18
Şekil 1.27. Kenar temizleme ünitesi .....	19
Şekil 1.28. Kalite kontrol ünitesi .....	19
Şekil 1.29. Yıldız soğutucu .....	20
Şekil 1.30. İstifleme ve paketleme sahası .....	20
Şekil 3.1. Test örneklerinin kesim planı .....	26
Şekil 3.2. Su alma oranı ve kanlılığına şişme testi .....	27
Şekil 3.3. Gaz Analiz Cihazı ve UV spektrofotometre.....	29
Şekil 3.4. Eğilme direnci testi .....	30
Şekil 3.5. Yüzeyle dik çekme direnci testi .....	32
Şekil 3.6. Su buharına mukavemet testi .....	33
Şekil 3.7. Aşınma direnci test cihazı (Taber aşınma cihazı).....	34
Şekil 3.8. Çizilmeye karşı mukavemet testi .....	35
Şekil 3.9. Sigara ateşine mukavemetin belirlenmesi .....	36
Şekil 3.10. Kir Tutma (Porozite) testi.....	37
Şekil 3.11. Porozite değerlendirme skalası .....	37
Şekil 3.12. Pişme (Kapalılık) testi.....	38
Şekil 3.13. Kapalılık değerlendirme skalası.....	38
Şekil 5.1. Tutkal reçete bileşiminin yoğunluk üzerine etkisi.....	42
Şekil 5.2. Tutkal reçete bileşiminin 24 saat su alma oranı üzerine etkisi .....	43
Şekil 5.3. Tutkal reçete bileşiminin 24 saat kalınlığına şişme oranı üzerine etkisi .....	44
Şekil 5.4. Tutkal reçete bileşiminin formaldehit salınımı üzerine etkisi .....	45
Şekil 5.5. Tutkal reçete bileşiminin eğilme direnci üzerine etkisi .....	46
Şekil 5.6. Tutkal reçete bileşiminin elastikiyet modülü üzerine etkisi .....	47
Şekil 5.7. Tutkal reçete bileşiminin çekme direnci üzerine etkisi.....	47
Şekil 5.8. Tutkal reçete bileşiminin su buharına mukavemeti üzerine etkisi .....	49

Şekil 5.9. Tutkal reçete bileşiminin aşınma direnci üzerine etkisi.....	50
Şekil 5.10. Tutkal reçete bileşiminin çizilmeye karşı mukavemet üzerine etkisi .....	50
Şekil 5.11. Tutkal reçete bileşiminin sigara ateşi mukavemeti üzerine etkisi.....	51
Şekil 5.12. Tutkal reçete bileşiminin kir tutma üzerine etkisi .....	52
Şekil 5.13. Tutkal reçete bileşiminin kapalılık üzerine etkisi.....	52



## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa No

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan dekor kağıdının bazı özellikleri.....	24
Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan tutkallara ait özellikler .....	24
Çizelge 3.3. Emprenye ve sıvama işleminde kullanılan tutkal reçeteleri .....	25
Çizelge 3.4. Belirlenen fiziksel özellikler .....	26
Çizelge 3.5. Tez kapsamında yapılan mekanik özellikler .....	29
Çizelge 3.6. Tez kapsamında uygulanan fiziksel özellikler .....	32
Çizelge 3.7. Su buharına mukavemet değerlendirme skalası .....	33
Çizelge 3.8. Çizilmeye karşı mukavemet değerlendirme skalası .....	35
Çizelge 3.9. Sigara ateşine mukavemet değerlendirme skalası .....	36
Çizelge 4.1. MDF levhaların bazı fiziksel özellikleri.....	39
Çizelge 4.2. MDF levhaların bazı mekaniksel özellikleri .....	39
Çizelge 4.3. MDF levhaların bazı yüzey özellikleri .....	40
Çizelge 5.1. MDF levhalarının fiziksel özellikleri .....	41
Çizelge 5.2. MDF levhalarının mekanik özelliklere ait test sonuçları .....	45
Çizelge 5.3. MDF levhalarının yüzey özelliklere ait test sonuçları.....	48
Çizelge 6.1. Tüm test sonuçlarının %100MF üst sıvama reçetesi ile karşılaştırılması .....	53

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MF	: Melamin formaldehit
ÜF	: Üre formaldehit
MÜF	: Melamin üre formaldehit
DCN	: Duncan analizi
cm <sup>3</sup>	: Santimetreküp
G	: Gram
m <sup>2</sup>	: Metrekare
m <sup>3</sup>	: Metreküp
°C	: Santigrad derece
MDF	: Medium density fiberboard / Orta yoğunlukta lif levha
MDFlam	: Laminat MDF (Lam kaplı MDF)
KEAS	: Kastamonu Entegre Ağaç San ve Tic. A.Ş.
HDF	: High density fiberboard / Yüksek yoğunluklu lif levha

## 1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun hızla yükselmesinin yanı sıra, kişi başına düşen orman ürünleri tüketiminin de gittikçe artması, ormanların daha iyi değerlendirilmesini zorunlu hale getirmiştir. Sentetik yapıştırıcı sektöründeki gelişmeler, orman artıklarının orman endüstri sanayisinde yüksek oranda kullanılmasına imkan sağlamıştır. Böylelikle ahşap özelliği taşıyan, fakat masif malzeme gibi çalışmayan odun esaslı levhalar elde edilmiştir. Bugün dünyada lif levha, yonga levha ve kontrplak başta olmak üzere 401 milyon 500 bin m<sup>3</sup> (FAO, 2017) odun esaslı panel levha üretilmektedir. Türkiye dünya sıralamasında 4 milyon 750 bin m<sup>3</sup> MDF/HDF üretimi ile 2. ve 4 milyon 300 bin m<sup>3</sup> yonga levha üretimi ile 5. sırada yer almaktadır (FAO, 2017).

Hem Dünya’da hem de Türkiye genelinde MDF, HDF (Yüksek yoğunluklu lif levha) ve yonga levha gibi panel ürünlerinin büyük bir bölümünün yüzeyleri, dekor kağıdı ile kaplanarak satışa arz edilmektedir. Bu nedenle levha sektörünün, başlıca kullandığı melamin formaldehit (MF) ve üre formaldehit (ÜF) tutkalına olan ihtiyaç da her geçen gün artmaktadır. Orman ürünleri sektöründe yaygın bir şekilde kullanılan MF reçinesi, yurt dışından ithal yoluyla alınan bir üründür. Bu nedenle MF reçinesini kullanan MDF (orta yoğunlukta lif levha) ve yonga levha sektörü gibi firmaların girdi maliyetleri de önemli ölçüde artmaktadır. Firmaların, rekabet gücünün artması için ürün maliyetlerinin düşürülmesi çok büyük önem arz etmektedir. Maliyeti ucuz olan ÜF tutkalının, dekor kağıdının tutkal reçetesine ilavesi bir çözüm yolu olabilir.

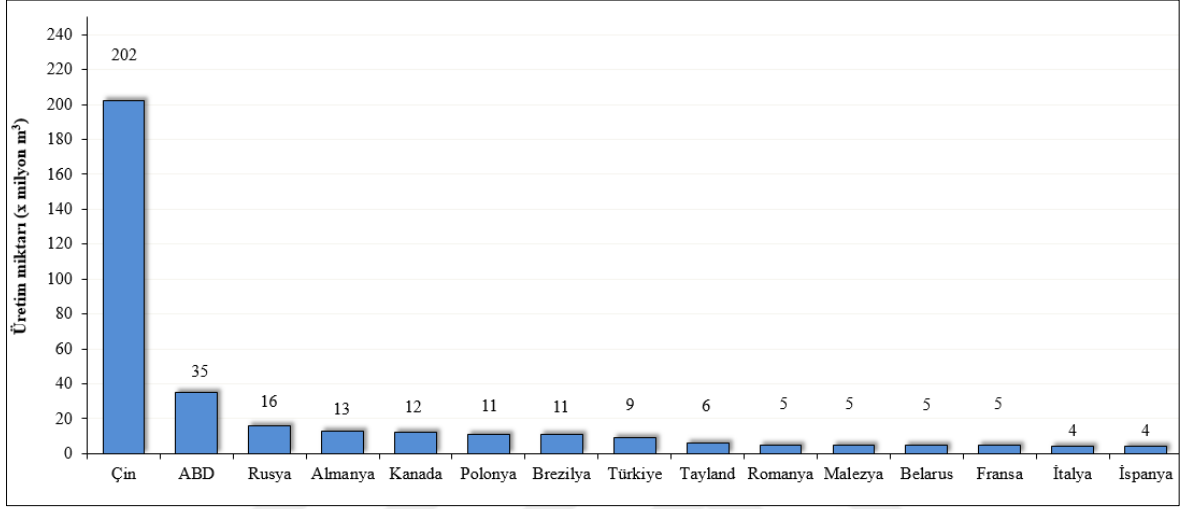
Bu çalışmada MDFlam (lamine MDF) levha üretiminde kullanılan dekor kağıtları farklı oranlarda MF ve ÜF tutkal sıvama reçetesiyle üretildikten sonra 18 mm’lik MDF levhalarına preslenmiş ve elde edilen nihai ürünün, fiziksel, mekaniksel ve yüzey özelliklerinin standartlarda belirlenen değerleri sağlmasına dikkat edilerek ekonomik ve optimum tutkal sıvama reçetesinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

### 1.1. Türkiye ve Dünya’da MDF-Yonga Levha’nın Durumu

FAO’nun (2017) verilerine göre dünya genelinde, 99 milyon m<sup>3</sup> MDF/HDF ve 95 milyon m<sup>3</sup> yonga levha üretimi gerçekleşmiştir. 2017 verileri esas alındığında odun esaslı panel, MDF/HDF ve yonga levha üretimi yapan öncü ülkeler sırasıyla Şekil 1.1, 1.2 ve 1.3’te verilmiştir.

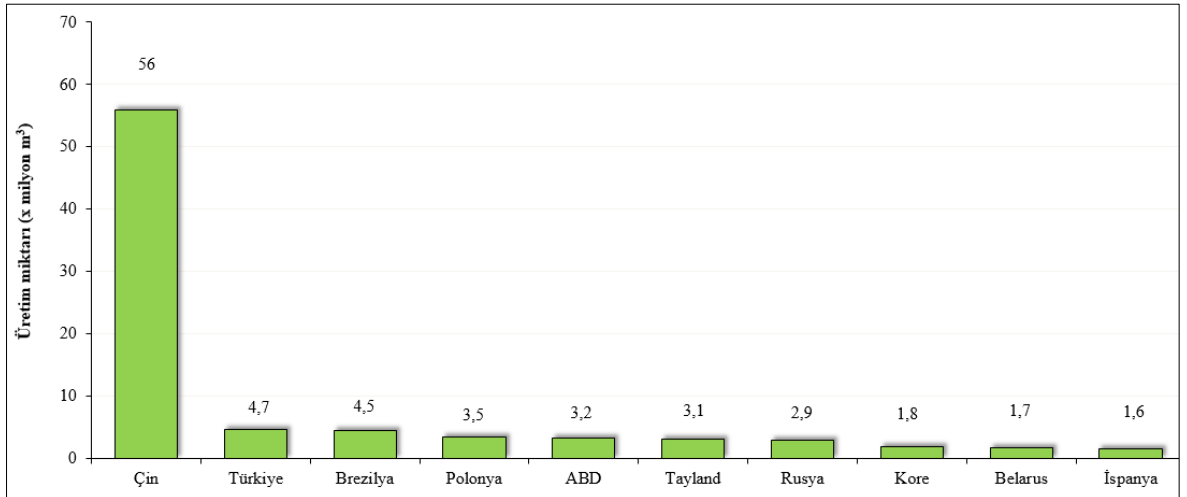


Şekil 1.1’de görüldüğü üzere FAO (2017) verilerine göre odun esaslı panel üretiminde Çin, 202 milyon m<sup>3</sup> ile ilk sırada yer almaktadır. Bu değer, 2. sıralamada yer alan ABD’nin üretim kapasitesinin yaklaşık 6 kat fazlası olup toplam dünya odun esaslı panel üretim miktarı olan 401.5 milyon m<sup>3</sup> değerinin de yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Çin ve ABD’yi sırasıyla Rusya, Almanya ve Kanada takip etmektedir. Türkiye bu sıralamada 9 milyon m<sup>3</sup> ile 8. sırada yer almaktadır.



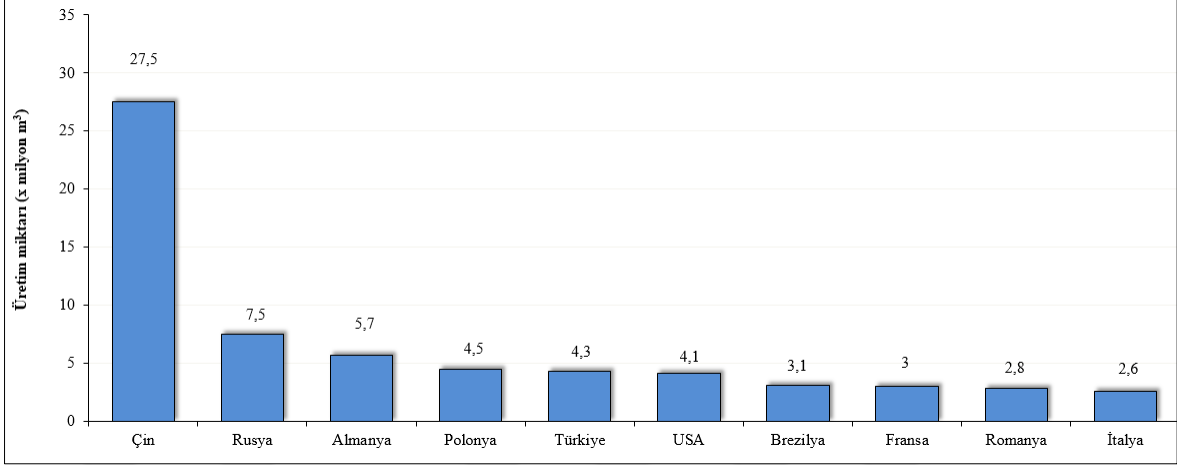
Şekil 1.1. Dünya’da odun esaslı panel üretiminde öncü ilk 15 ülke sıralaması (FAO, 2017)

MDF/HDF üretiminde 2017 yılında Çin’in 56 milyon m<sup>3</sup> ile ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Şekil 1.2). Ülkeler sıralamasında ise Türkiye 2. sırada (4.7 milyon m<sup>3</sup>) yer alırken, bunu sırasıyla Brezilya, Polonya ve ABD takip etmektedir.



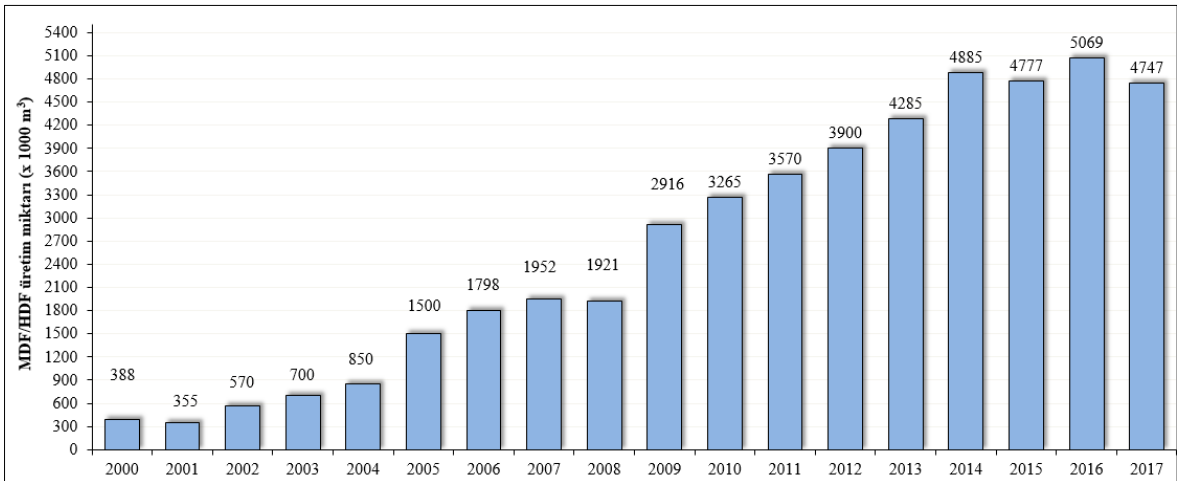
Şekil 1.2. Dünya’da MDF/HDF üretiminde öncü ilk 10 ülke sıralaması (FAO, 2017)

Şekil 1.3'te görüldüğü üzere FAO (2017) verilerine göre yonga levha üretiminde Çin, 27.5 milyon m<sup>3</sup> ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu Rusya, Almanya, Polonya ve Türkiye izlemektedir. Türkiye 4.3 milyon m<sup>3</sup> üretim ile dünya'da 5. sırada yer almaktadır.



Şekil 1.3. Dünya'da yonga levha üretiminde öncü ilk 10 ülke sıralaması (FAO, 2017)

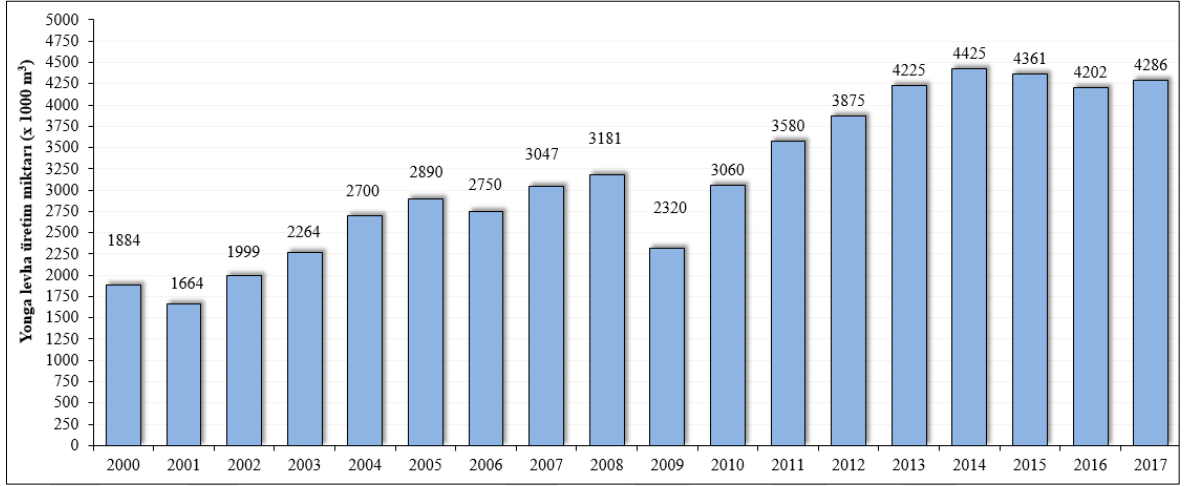
Ülkemizde yapılan ahşap esaslı panel yatırımları mobilya sektörünün ihtiyaçlarını karşılamak için özellikle MDF ve yonga levha üzerinde odaklanmıştır. MDF üretim hatlarında aynı zamanda laminat parke üretimi için gerekli olan HDF'nin (high density fiberboard) üretimi de yapılmaktadır (Gök ve Odabaş-Serin, 2015). Türkiye'nin 2000-2017 yılları arasındaki MDF/HDF ve yonga levha üretim miktarları sırasıyla Şekil 1.4 ve 1.5'te gösterilmiştir. Şekil 1.4'te görüldüğü üzere Türkiye'nin MDF/HDF üretimi 2000 yılında 388.000 m<sup>3</sup> iken bu değer 2017 yılında yaklaşık 12 kat artarak 4.747.000 m<sup>3</sup>'e ulaşmıştır.



Şekil 1.4. Türkiye'de 2000-2017 yılları arasında MDF/HDF üretim miktarı (FAO, 2017)

Türkiye'nin 2000-2017 yılları arasındaki yonga levha üretimine bakıldığında 2000 yılında bu değer 1.884.000 m<sup>3</sup> iken 2017 yılında 4.286.000 m<sup>3</sup> olduğu görülmektedir (Şekil

1.5). Yıllar itibariyle ülkemizin yonga levha üretim miktarı artış hızının MDF/HDF' ye göre daha düşük seyrettiği ve MDF/HDF üretimine daha çok yatırım yapıldığı anlaşılmaktadır.



Şekil 1.5. Türkiye’de 2000-2017 yılları arasında yonga levha üretim miktarı (FAO, 2017)

## 1.2. Yüzey Kaplama Malzemeleri

Günümüzde mobilya üretiminde kullanılan masif ağaç malzemelerin yerini yüzeyleri kaplanmış lif levha ve yonga levhalar almıştır. Üst yüzey işlemlerindeki gelişmeler sayesinde renk ve desen alternatifi fazla olan estetik ve ekonomik özelliklere sahip ürünler elde edilmektedir.

Odun esaslı levhalar (lif levha, yonga levha, kontrplak vb.), hem estetik hem de direnç özelliklerinin iyileştirilmesi ve kullanım alanlarının artırılması amacıyla yüzeyleri çeşitli malzemelerle kaplanmaktadır (Nemli vd., 2004).

Lamine endüstrisinde kullanılan malzemeler taşıyıcı (taban) ve yüzey kaplama olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadır. Bu malzemelere ilişkin ayrıntılı bilgiler aşağıda sırasıyla verilmiştir:

### Taşıyıcı Malzemeler:

- Yonga levha
- Lif levha
- Kontrplak olmak üzere 3 kategoriye ayrılmaktadır.

Yüzey kaplama malzemeler ise sıvı ve katı olmak üzere 2 ana başlık altında ele alınmaktadır (Nemli, 2000):

### **Yüzey Kaplama Malzemeler:**

A. Sıvı yüzey kaplama malzemeler

- Lake Boya (PrintPan)

- Desen Baskı

B. Katı yüzey kaplama malzemeler.

Katı yüzey kaplama malzemelerin sınıflandırılması çeşitli yazarlara göre farklılık göstermektedir:

### **Kollman'a (1966) göre:**

#### **1.) Levha yüzeylerine doğrudan yapışan malzemeler:**

- Diallyl phythalate emdirilmiş kağıtlar

- Melamin emprenye edilmiş kağıtlar

- Polyester emprenye edilmiş kağıtlar

- Sonradan lake yapılarak UV-sertleştirilmiş polyester astarlar

- Bir ağacın desenini içeren baskılı astarlar veya boyalı polyester lakeler (Örneğin;

ceviz ve douglas göknarı)

#### **2.) Levha yüzeyine tutkal kullanılarak yapıştırılan malzemeler:**

- Yüksek basınçlı laminatlar (HPL)

- Önceden kondanse olmuş aminoplastları içeren kağıtlar

- Aminoplastlar ile emprenye edilmiş astar folyolar ve lake yapma

- Termoplastik folyolar (PVC folyo)

- Aminoplastlar ile kaplanmış vulkanize lifler (Nemli, 2000)

### **Bir başka çalışmaya göre (Anonim, 1972):**

1.) Endüstriyel laminatlar

2.) Lignin dolgulu laminatlar

3.) Dekoratif laminatlar

4.) Kağıt yüzey kaplama malzemeleri (Nemli, 2000)

### **Çınar'a (1995) göre:**

1.) Emprenye edilmemişler

2.) Emprenye edilmişler

- Ön emprenyeli

- Sonradan emprenyeli

**Kalaycıoğlu ve Nemli'ye göre (1995):**

**1.) Tek tabakalılar ( Lamine levhalar):**

- Polyester emprenye edilmiş kağıtlar
- Melamin emprenye edilmiş kağıtlar
- Diallyl phythalate emdirilmiş kağıtlar
- Fenolik kraft kağıdı
- Polietilen emdirilmiş kağıtlar
- Polivinil asetat (PVA) + re emdirilmiş kağıtlar
- Polivinil klorür (PVC)
- Amonyum slfomat emdirilmiş kağıtlar, ince kağıtlar, ,
- Isı transfer filmleri
- İnce kağıtlar
- Folyo
- Amonyum korr + üre easaslı dekoratik kağıtlar
- Ahşap kaplama

**2.) Çok tabakalılar (Laminatlar):**

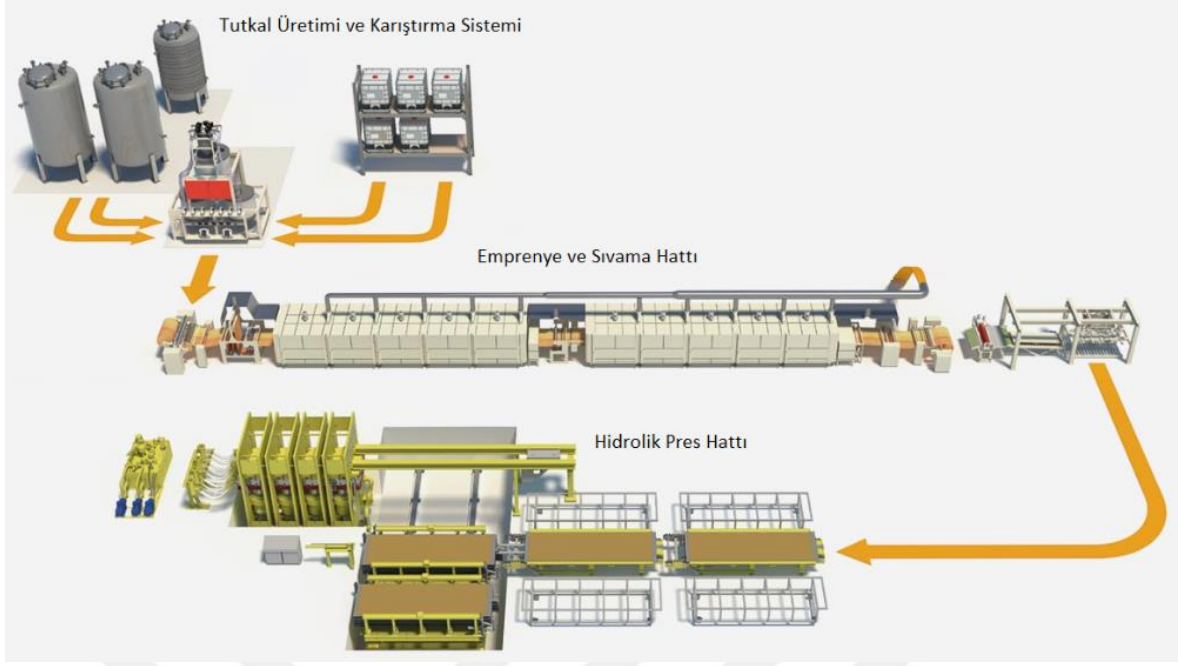
- Yüksek basınç laminatları (HPL)
- Rulo-Bobin laminatları (CPL)

**1.3. Melamin Kaplama Hattı (MEP Hattı)**

Melamin kaplama hattı Şekil 1.6'da görüldüğü üzere:

- a.) Tutkal retimi ve karıştırma sistemi
- b.) Emprenye ve sıvama hattı
- c.) Hidrolik pres hattı

Olmak üzere 3 ana bölümden meydana gelmektedir. Bu bölümlere ait bilgiler aşağıda sırasıyla verilmiştir:



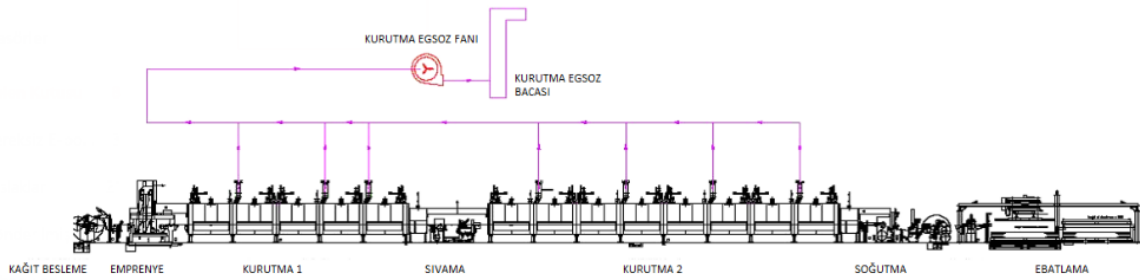
Şekil 1.6. Melamin kaplama iş akışı (URL 1, 2019)

### 1.3.1. Tutkal üretimi ve karıştırma sistemi

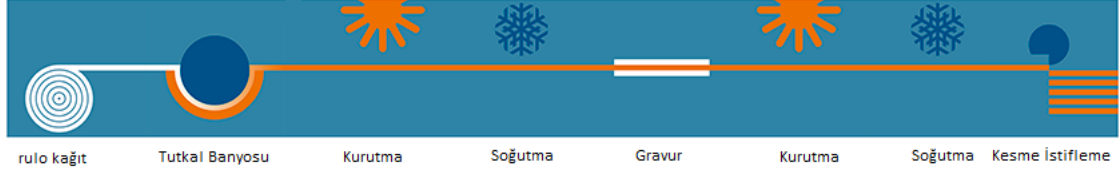
Bu bölümde dekor kağıdının emprenyesinde kullanılacak tutkal ve katkı maddelerinden oluşan tutkal reçetesi hazırlanıp karıştırılmaktadır.

### 1.3.2. Emprenye ve sıvama hattı

Dekor kağıtlarının çeşitli tutkal reçeteleri ile emprenye edildiği ve sıvandıği aşamadır. Şekil 1.7’de Kastamonu Entegre Ağaç San ve Tic. A.Ş.’nin (KEAS), Adana ili fabrikasına ait dekor kağıdı emprenye prosesine ait iş akışı ve Şekil 1.8’de ise genel bir iş akışı verilmiştir.



Şekil 1.7. KEAS emprenye ve sıvama hattı iş akışı (URL 2, 2019)



Şekil 1.8. Emprenye ve sıvama hattı (URL 2, 2019).

Dekor kağıdı emprenye ve yüzey sıvama hattı aşamaları:

- 1.) Islatma,
- 2.) Penetrasyon,
- 3.) Emprenye,
- 4.) Dozajlama,
- 5.) Düzeltme,
- 6.) Kurutma (I),
- 7.) Yüzey sıvama (Gravür) ve sıyırma,
- 8.) Düzeltme,
- 9.) Kurutma (II),
- 10.) Soğutma
- 11.) Ebatlama

olmak üzere 11 aşamadan meydana gelmektedir. Bu aşamalara ilişkin detaylı bilgiler aşağıda sırasıyla verilmiştir.

#### **1.3.2.1. Islatma aşaması**

Şekil 1.9'da görüldüğü üzere ilk önce dekor kağıt bobini, besleme ünitesinde bulunan yıldızla takılmaktadır.



Şekil 1.9. Dekor kağıt bobinin yıldıza takılması (URL 2, 2019)

Bundan sonra dekor kağıdı, çekme ünitesinde bulunan pnömatik frenli, krom ve kauçuk kaplı silindirler yardımıyla ıslatma bölümüne iletilir (Şekil 1.10)



Şekil 1.10. Dekor kağıdının ıslatma bölümüne iletilmesi (URL 2, 2019)

Emprenye işlemi ilk olarak ıslatma ünitesinde başlamakta olup bu bölümde kağıdın gerginliği ayarlanmaktadır. Bu bölümde yer alan havuz (tank, tava) içinde reçine ve diğer yardımcı kimyasal maddelerden oluşan bir karışım (tutkal çözeltisi) bulunmaktadır. Bu çözelti ıslatma silindiri yardımıyla dekor kağıdının alt yüzeyine uygulanmaktadır. Şekil 1.11’de görüldüğü üzere krom malzemeden üretilen ıslatma silindiri kağıt ile havuz arasında bulunmaktadır.





Şekil 1.11. Islatma silindiri (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.2.2. Penetrasyon aşaması

Dekor kağıdının alt yüzeyine uygulanan tutkal çözeltisinin, kağıt tarafından yeterince emilimini sağlamak amacıyla beklemek gerekir. Bekleme süresi ‘muz rulo’ olarak adlandırılan ve Şekil 1.12’de gösterilen merdane ile ayarlanmaktadır. Muz rulonun yüksekliği ayarlanarak tutkal çözeltisinin dekor kağıdına nüfus etmesi sağlanmaktadır. Kağıdın permeabilitesine göre muz rulonun yüksekliği belirlenmekte ve en fazla 3,5 m’ye ayarlanabilmektedir.



Şekil 1.12. Muz rulo (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.2.3. Emprenye aşaması

Muz rulodan geçen (penetrasyon aşamasını tamamlayan) dekor kağıdı emprenye aşamasına gelir. Bu bölümde dekor kağıdı ıslatma ünitesinde kullanılan tutkal çözeltisiyle emprenye edilir. Emprenye havuzunda 3 adet yalak silindiri bulunmaktadır. Bu silindirlerin görevi dekor kağıdını dozajlama merdanelerine iletmektir. Şekil 1.13’te yalak silindiri gösterilmiştir.



Şekil 1.13. Yalak silindiri (Ü. Gök, 2019)

#### 1.3.2.4. Dozajlama aşaması

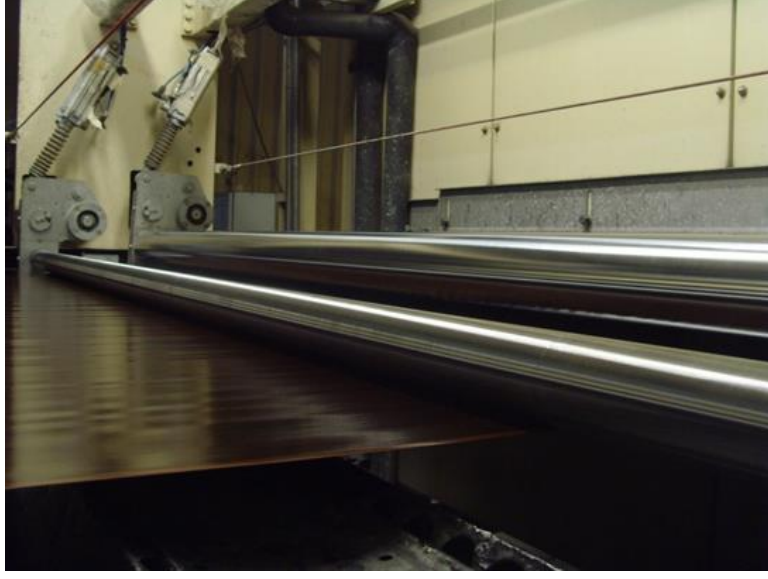
Bu aşamada dekor kağıdı yüzeyindeki tutkal çözelti miktarı ayarlanmaktadır. Dozajlama birbirine ters yönde dönen iki adet silindir vasıtasıyla yapılmaktadır. İki silindir arasındaki mesafe, tutkal çözeltisi miktarını ayarlamaktadır. Şekil 1.14'te dozajlama silindirleri görülmektedir.



Şekil 1.14. Dozajlama silindirinin görünümü (URL 2, 2019)

#### 1.3.2.5. Düzeltme aşaması

Dozajlama silindirini terk eden dekor kağıdı, düzeltme (ezici - yayıcı) bölümüne gelir. Bu bölümde tutkal çözeltisinin dekor kağıdının her tarafına homojen olarak dağılması sağlanmaktadır. Bu amaçla Şekil 1.15'te görüldüğü üzere altı üstlü olmak üzere 2 adet düzeltme silindiri bulunmaktadır.



Şekil 1.15. Düzeltme silindir takımının görünümü (Ü. Gök, 2019)

#### 1.3.2.6. Kurutma aşaması (I)

Tutkal çözeltisi ile emprenye edilmiş dekor kağıdı 5 adet fırına girmektedir. Bu fırınlarda kağıdın altından ve üstünden hava nozulları ile sıcak hava üflenmektedir (80-180°C). Böylece kağıdın istenilen kuruluğa gelmesi sağlanır. Şekil 1.16'da görüldüğü üzere fırınların tasarımı aynı zamanda kağıdın herhangi bir yere temas etmeden havada yüzerek kurumasını sağlayacak şekilde planlanmıştır. Fırın çıkışında dekor kağıdının rutubet değerinin %9 -12 arasında olması istenmektedir.



Şekil 1.16. Kurutma fırını içindeki sıcak hava üfleme nozulları (URL 2, 2019)

### 1.3.2.7. Yüzey sıvama (Gravür) ve sıyırma aşaması

Bu bölümde kağıdın iki yüzüne (alt ve üst) sıvama işlemi yapılmaktadır. Bu amaçla alt ve üst gravür olarak adlandırılan 2 adet silindir mevcuttur. Silindir yüzeylerin  $1 \text{ cm}^2$ 'sinde 14 adet petek şeklinde gözenek vardır. Alt gravür dekor kağıdının alt yüzüne, üst gravür ise kağıdın üst yüzüne işlem yapmaktadır. Kağıdın alt yüzü levha yüzeyine yapışan bölüm iken, üst yüzü ise bir çok dış etkenlere maruz kalan dış bölümdür. Alt gravür ile üst gravürün tankları birbirinden bağımsız olup farklı tutkal (sıvama) çözeltileri uygulanabilmektedir. Gravür sıyırıcılar, silindir yüzeyine temas ederek uygulanan tutkal miktarının sabit olmasını sağlamaktadır. Şekil 1.17'de yüzey sıvama bölümünün genel ve yakın plan görüntüsü verilmiştir.



Şekil 1.17. Sıvama silindiri bölümünün genel ve yakından görünümü (URL 2, 2019)

### 1.3.2.8. Düzeltme aşaması

Yüzey sıvama silindirini terk eden dekor kağıdı, Şekil 1.18'de görüldüğü üzere düzeltme (ezici, yayıcı) silindirlerine gelir. Burada, bir önceki aşamada uygulanan tutkal yüzey sıvasının homojen bir şekilde yayılması sağlanır.



Şekil 1.18. Sıvama çıkışı düzeltme silindir takımının görünümü (URL 2, 2019)

### 1.3.2.9. Kurutma Aşaması (II)

Üst ve alt yüzey sıvama silindirleri vasıtası sıvanan dekor kağıdı Şekil 1.19’ da görülen 8 adet kurutma fırınına girmektedir. Bu fırınlarda dekor kağıdının altından ve üstünden hava nozulları ile sıcak hava üflenerek (80-180°C) kağıdın istenilen nihai kuruluğa ulaşması sağlanmaktadır. Fırınlara, kağıdın herhangi bir yere temas etmeden havada yüzerek kurummasını sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. Fırın çıkışında dekor kağıdı rutubet miktarının %5 -5.5 olması hedeflenmektedir.



Şekil 1.19. Kurutma fırınları (URL 2, 2019)

Fırınlara terk eden dekor kağıdı, Şekil 1.20’de görülen çekme merdaneleri vasıtasıyla hat boyunca ilerlerken, sağ ve sola kaymaması ve kağıdın istenilen oranda gerilmesi sağlanmaktadır. Kağıt kopmalarına karşı radar sistemi bulunmaktadır.



Şekil 1.20. Çekme merdaneleri (Ü.Gök, 2019)

### 1.3.2.10. Soğutma Aşaması

Kurutma fırınından çıkan dekor kağıdı Şekil 1.21’de görülen ve içinde soğuk su akışı olan silindirlere geçerek soğutulmaktadır.



Şekil 1.21. Soğutma silindirleri (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.2.11. Ebatlama aşaması

İşlemleri tamamlanmış dekor kağıdının istenen ebatlarda yapıldığı aşamadır.

### 1.3.3. Hidrolik pres hattı

Hidrolik pres hattında empenye işlemi tamamlanmış dekor kağıtları, odun esaslı panellerin (Örnek: MDF, yonga levha) bir veya iki yüzeyine basınç ve sıcaklık altında yapıştırılmaktadır. Hidrolik pres hattı:

1. Levha besleme,
2. Dekor kağıdı besleme,
3. Presleme,
4. Kenar temizleme,
5. Kalite kontrol,
6. Yıldız soğutucu
7. Depolama

olmak üzere 7 aşamadan meydana gelmektedir.

### 1.3.3.1. Levha besleme aşaması

Bu bölümde üretim programına göre belirlenen çeşitli ebat ve kalınlıklardaki levhalar, teker teker bir vakumlu sistem aracılığıyla istif levhasından alınarak dekor kağıdı besleme aşamasına sevk edilmektedir. Şekil 1.22’de levha besleme ünitesi görülmektedir.



Şekil 1.22. Levha besleme ünitesi (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.3.2. Dekor kağıdı besleme aşaması

Bu bölümde dekor kağıdı, vakumlu tutucular ile istiflerden alınarak levhanın hem alt hem üst yüzeyine serilmektedir. Bu işlem hareketli bir bant üzerinde gerçekleştirilmektedir. Bant üzerine önce 1 adet dekor kağıdı yerleştirilir ve bu kağıdın üzerine ‘besleme taşıyıcısı’ tarafından bir levha konur. Bant ilerlerken, üst dekor kağıdı koyma alanında levha hizalanır ve Şekil 1.23’te görüldüğü üzere vakumlu taşıyıcı vasıtasıyla başka bir dekor kağıdı levhanın üst yüzüne yerleştirilir. Dekor kağıtların, levhadan ayrılmaması için statik barlar yardımıyla kağıtlar iyonize edilir. Böylece pres ünitesine kadar levha taşınabilmektedir.



Şekil 1.23. Dekor kağıt besleme ünitesi (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.3.3. Presleme aşaması

İki yüzünde dekor kağıdı bulunan levha, presin içine bir taşıyıcı vasıtası ile alınır. Levhalar 200-205 °C’de 25-40 kg/cm<sup>2</sup> basınç altında 15-20 saniye süre ile preslenmektedir. Şekil 1.24’te melamin pres ünitesi görülmektedir.

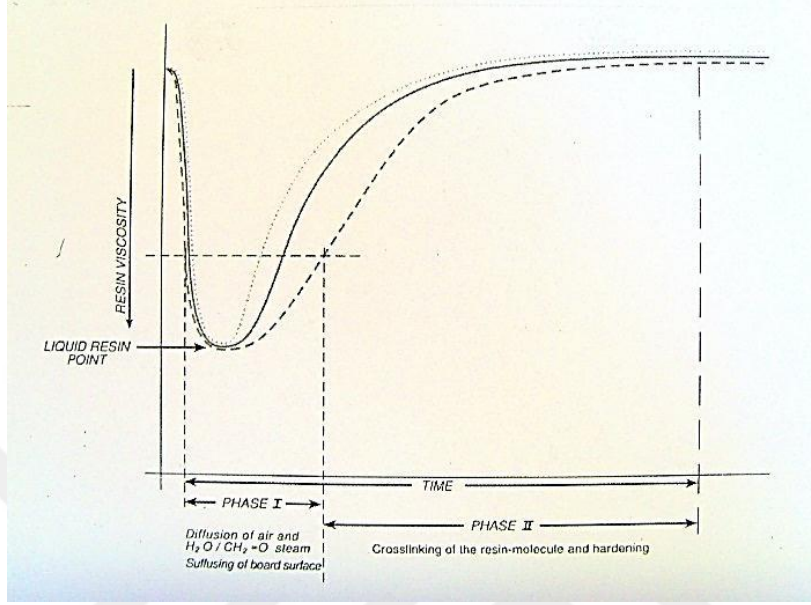


Şekil 1.24. Melamin pres ünitesi (Ü. Gök, 2019)

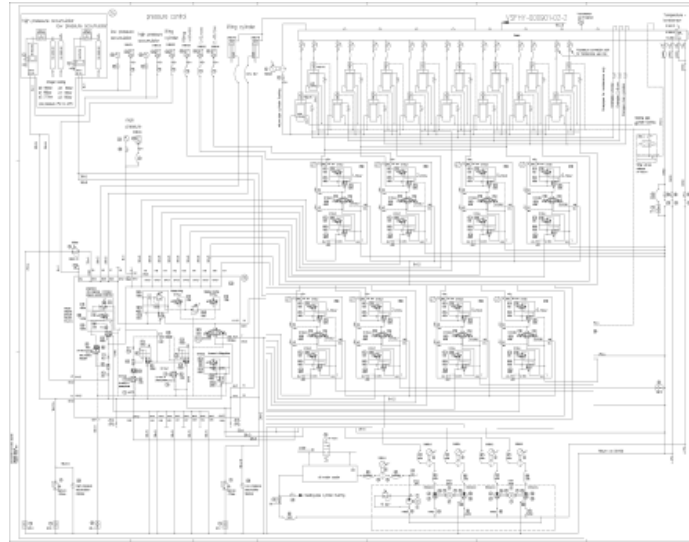
Reçinenin preste kürleşme (sertleşme) süreci Şekil 1.25’te görüldüğü gibi 2 fazdan oluşmaktadır. Birinci fazda levha prese girdiği anda yüksek basınç ve sıcaklığın etkisiyle reçinenin viskozitesi düşmekte ve çözelti haline gelmektedir. Bu aşamada formaldehit ve



su buharı levhanın yüzeyine difüze olmaktadır. 2. fazda ise çapraz bağların oluştuğu (pişme) ve sertleşmenin gerçekleştiği aşamadır. Melamin tutkalında önce camsı bir yüzey oluşur ve camsı geçiş noktasından sonra reçine sertleşmeye başlamaktadır. Şekil 1.26'da hidrolik pres diyagramı verilmiştir.



Şekil 1.25. Reçinenin preste sertleşmesi



Şekil 1.26. Hidrolik pres diyagramı (Wemhöner GmbH)

#### 1.3.3.4. Kenar temizleme aşaması

Bu aşamada presten çıkan levhaların dört kenarında bulunan fazla kağıt parçaları, sıyrıcılar yardımı ile uzaklaştırılmaktadır. Şekil 1.27’de kenar temizleme ünitesi görülmektedir.



Şekil 1.27. Kenar temizleme ünitesi (Ü. Gök, 2019)

#### 1.3.3.5. Kalite kontrol aşaması

Vakumlu bir kaldırma sistemi aracılığıyla levha belirli bir açı ile kaldırılarak alt yüzeyi kontrol edilmektedir. Üst yüzeyinin de kontrolü yapıldıktan sonra levha yıldız soğutucuya gönderilir. Şekil 1.28’de kalite kontrol ünitesi görülmektedir.



Şekil 1.28. Kalite kontrol ünitesi (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.3.6. Yıldız soğutucu aşaması

Bu aşamada levhaların istiflenmeden soğutulması amaçlanmaktadır. Levhaların birbirinden ayrı bir şekilde soğuyabilmesi için Şekil 1.29'da görüldüğü üzere kollar, konveyör üzerinden levhaları alır ve başka bir konveyöre aktarır. Bu aktarım yaklaşık 30-40 dk dinlenme imkanı sağlamaktadır. Böylece istifleme öncesi levha sıcaklığı, yaklaşık 95°C'den 35-40°C'ye kadar düşmektedir.



Şekil 1.29. Yıldız soğutucu (Ü. Gök, 2019)

### 1.3.3.7. Depolama

Soğutulan levhalar aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere istiflenir ve paketlenir. Bu aşamadan sonra levhalar, bir taşıma aracı ile satışa arz edilmek üzere depolama sahasına gönderilir.



Şekil 1.30. İstifleme ve paketleme sahası (Ü. Gök, 2019)

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Yapılan bir çalışmada yüzey kaplama malzemelerinin aşınma, çizilme, sigara ateşine ve lekelenmeye mukavemetleri araştırılmıştır. Araştırmada yonga levhalar, yüzey kaplama malzemesi olarak melamin emdirilmiş kağıt, poliüretan esaslı vernik, poliüretan esaslı lake boya, rulo-bobin (continuous pres) laminatları (CPL), yüksek basınçlı laminatlar (HPL) ve polivinil klorür tabakalarla (PVC) ile kaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre kullanılan kaplama malzemesi türünün çizilme ve aşınma mukavemetleri üzerine etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. CPL ve HPL laminatlarının sigara ateşi ile lekelenme mukavemetlerinin iyi olduğu ve en yüksek çizilme ile aşınma mukavemetine sahip olduğu bildirilmiştir (Özdemir, 2005).

İstek ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada (2017) 8 mm ve 18 mm yonga levhalar, lake boya (PrintPan) ve melamin reçinesi emdirilmiş dekor kağıtları ile kaplanmıştır (YongaLam). Elde edilen sonuçlara göre lake boya veya dekor kağıdı ile kaplanmış levhaların vida tutma ve yüzey sağlamlığının azaldığı, kalınlığına şişme ile su alma oranının iyileştiği tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra kaplanmış levhaların yoğunluk, eğilme direnci ile eğilmede elastikiyet modülünün arttığı bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada gramajı 75 ve 85 g/m<sup>2</sup> olan iki dekor kağıdı çeşitli konsantrasyonlarda üre formaldehit ve melamin formaldehit ile tek ve çift aşamalı olmak üzere emprenye edilmiştir. Elde edilen kağıtlar çizilme, lekelenmeye dayanıklılık, aşınma dayanımı ve sigara testine tabii tutulmuştur. Elde edilen sonuçlara göre emprenye çözeltisinde üre formaldehit tutkal miktarının artmasıyla çizilme ve aşınma dayanımının azaldığı ve kağıt gramajlarının bu özellikler üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmadığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra tek kademedeki emprenye edilen melaminli kağıtların çizilme ve aşınma mukavemetlerinin 2.kademedeki emprenye edilen kağıtlara göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Nemli ve Usta, 2004).

Yonga levhaya, melamin reçinesi emdirilmiş kağıdın kaplanması sırasında uygulanan pres sıcaklığı (170, 185, 205 °C) ve süresinin (18-46 sn), yongalam'ın çizilme ve aşınma direnci üzerine olan etkisi araştırılmıştır. Uygulanan bütün sıcaklıklarda pres süresinin artmasıyla beraber çizilme ve aşınma dirençlerinin arttığı tespit edilmiştir. Buna karşın pres sıcaklığının 185°C'den 205 °C'ye arttırmanın direnç değerleri üzerindeki etkisi %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. 170°C sıcaklık ve 46 sn pres süresinin en iyi yüzey özelliklerini sağladığı bildirilmiştir (Nemli ve Hızıroğlu, 2009).

2015 yılında Avustralya’da yapılan bir çalışmada, 9 farklı dekor kağıdı ilk önce 25 g/m<sup>2</sup> ve 50 g/m<sup>2</sup> ÜF ile emprenye edildikten sonra 2. aşamada 20 g/m<sup>2</sup> MF ile yüzey sıvaması yapılmıştır. Üretilen melaminli dekor kağıtları daha sonra 3 mm kalınlığındaki MDF levhalarına yapıştırılmıştır. Sonuçlara göre emprenye aşamasında düşük miktarda (<25 g/m<sup>2</sup>) ÜF ile muamele edilmiş dekor kağıtlarında yüzey sıvama (coating defects) kusurlarının fazla olduğu ve bazı dekor kağıtlarının kendi özellikleri nedeniyle bu durumun daha da belirginleştiği bildirilmiştir (Roberts and Evans, 2005).

Kandelbauer ve Widsten (2009), hastane ve mutfak gibi alanlarda kullanılacak melamin emdirilmiş kağıtlarla kaplanmış MDF ve yonga levhaların, hijyen özelliklerinin artırılmasına yönelik bir derleme çalışması yapmışlardır.

Yapılan bir başka çalışmada 80, 100, 110,120 ve 130 g/m<sup>2</sup> gramaja sahip dekor kağıtları önce üre formaldehit (ÜF), melamin üre formaldehit (MÜF) ve melamin formaldehit (MF) ile emprenye edildikten sonra 2. aşamada MF ile muamele edilmiştir. Ardından bu dekor kağıtları 18 mm’lik yonga levhalara yapıştırılmıştır. Uygulan test sonuçlarına göre dekor kağıdı gramajının artmasıyla birlikte kağıt özelliklerinin ve yongalam levhalarının mekanik ve aşınma dirençlerinin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Kullanılan tutkal türü levhaların aşınma direncini etkilerken; mekanik özellikler üzerinde istatistiksel anlamda etkili olmadığı ve MF ile emprenye edilmiş dekor kağıtlarının aşınma dirençlerinin ÜF ve MÜF’den daha iyi olduğu bildirilmiştir (Bardak vd., 2011).

Abdullah ve arkadaşlarının (2013) yapmış oldukları bir çalışmada kontrplak levhaları tanen/furfural alkol emdirilmiş kağıtlarla lamine edilmiştir. Mimoza tanen/furfural alkol emprenye reçinesine sertleştirici olarak hekzamin, paraformaldehit, formurea ve formurea/paraformaldehit karışımı ilave edilmiştir. Tanen+furfural alkol+paraformaldehit veya tanen+furfural alkol+paraformaldehit+ formurea emprenye reçinesiyle üretilen kağıtların su buhar dayanıklılık test sonuçlarının çok iyi olduğu tespit edilmiştir.

Dekor kağıdının gramaj ve tutkal türünün; dekor kağıdının yırtılma indisi, kopma uzunluğu, yoğunluğu ile yongalam örneklerin eğilme direnci, elastikiyet modülü ve aşınma direnci üzerine etkisi araştırılmıştır. Dekor kağıt gramajının artmasıyla kağıt özelliklerinin arttığı ve kaplanmış yonga levhaların mekanik ve aşınma dirençlerinin yükseldiği tespit edilmiştir. Kullanılan tutkal türü istatistiksel olarak levhanın aşınma direncini etkilerken;

levhanın mekanik özellikleri üzerinde etkisinin olmadığı ve melamin formaldehit tutkalının üre formaldehit ile melamin üre formaldehitten daha iyi aşınma direncine sahip olduğu bildirilmiştir (Bardak vd., 2011).

Nemli ve Kalaycıoğlu (2006), kaplama türünün (lake boya, melamin emdirilmiş kağıt, ahşap kaplama, kontinyu press laminat (CPL)), dekor kağıt gramajının (80-90g/m<sup>2</sup>), ahşap kaplama türünün ve ahşap kaplama ile CPL kalınlığının bu ürünlerle kaplanmış yonga levhaların aşınma, çizilme ve sigara ateşine mukavemet özelliklerine olan etkilerini araştırmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre, kağıt gramajının, ahşap kaplama ve CPL kalınlığının, ahşap kaplama türünün özellikleri etkilemediği, buna karşın kaplama türünün etkilediği belirlenmiştir. CPL sigara ateşine mukavemet gösterirken diğer kaplamaların dayanıklı olmadığı da bildirilmiştir.



### 3. MATERYAL VE METOT

#### 3.1. Materyal

Çalışma kapsamında kullanılan dekor kağıdı yurt dışı menşeli olup 80 gr/m<sup>2</sup> gramajında opak beyaz olarak sabit tercih edilmiştir. Dekor kağıdına ait özellikler Çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Denemelerde kullanılan dekor kağıdının bazı özellikleri

Özellikler	Değer
Gramaj	80 gr/m <sup>2</sup>
Kalınlık	85 mikron
Kül miktarı	%42
pH (20°C)	7,78
Gurley (Porozite)	16,8 s/100 cm <sup>3</sup>
Kuru çekme	27,35 N/15mm
Islak çekme	10 N/15mm

Denemelerde kullanılan MF ve ÜF tutkalına ait özellikler ise Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Çizelge 3.2. Çalışmada kullanılan tutkallara ait özellikler

Özellikler	MF	ÜF
Katı madde (%)	53	50
pH (20°C)	9,22	7,92
Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	1233	1221
Akma zamanı (sn)	17	16
Su toleransı	19	-
Görünüş	Şeffaf	-
Jel zamanı (sn)	-	22

Çalışma kapsamında kullanılan MDF levhaları, %100 kızılçam odunu yongalarından ve %11 ÜF tutkalı kullanılarak KEAS Adana fabrikasında ticari üretim hattında üretilmiştir.

## 3.2. Metot

### 3.2.1. Dekor kağıtlarının emprenye edilmesi ve sıvanması

Bu çalışmada kullanılan opak beyaz kağıt, tek bir rulodan kullanılmış olup 80 gr/m<sup>2</sup> ağırlığına sahiptir. Dekor kağıtlarının hazırlama işlemleri KEAS Adana fabrikasında ticari üretim hattında gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.3'te görüldüğü üzere tutkal çözeltisi, dekor kağıtlarının emprenye aşamasında %70 ÜF + %30 MF ve alt yüzey sıvama işleminde %100MF olarak sabit alınmıştır. Dekor kağıtlarının üst yüzey sıvama işleminde ise %100MF, %80MF + %20ÜF, %60MF + %40ÜF, %80MF + %20ÜF ve %100ÜF olmak üzere toplamda 6 farklı tutkal sıvama reçetesi denenmiştir. Emprenye aşamasında çözeltinin içine ıslatıcı, anti-blok, ayırıcı [release agent] ve sertleştiricisi kimyasallar da ilave edilmiştir. Ticari sebeplerden dolayı bu konu hakkında ayrıntı verilememektedir. Yüzey sıvama çözeltisinin içinde ayrıca sertleştirici bulunmaktadır. Bu kimyasallar tutkal miktarına oranla ilave edilmektedir.

Çizelge 3.3. Emprenye ve sıvama işleminde kullanılan tutkal reçeteleri

Kodlama	Emprenye		Alt yüzey sıvama	Üst yüzey sıvama	
	ÜF (%)	MF (%)	MF (%)	MF (%)	ÜF (%)
100 MF	70	30	100	100	0
80MF + 20ÜF				80	20
60MF + 40ÜF				60	40
40MF + 60ÜF				40	20
20MF + 80ÜF				20	80
100 ÜF				0	100

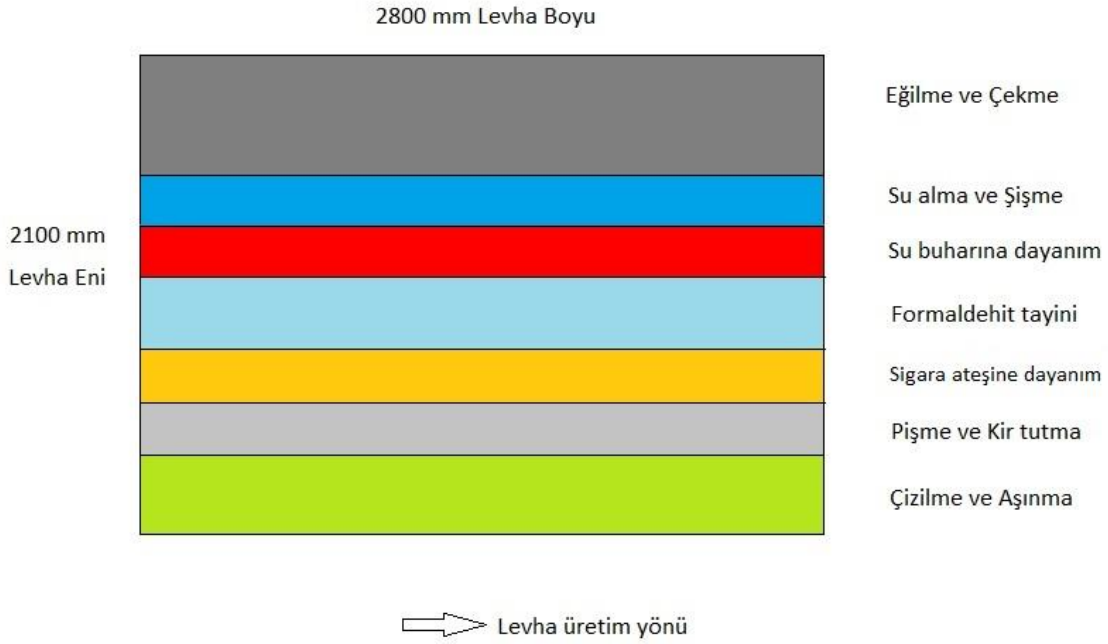
### 3.2.2. MDF levhalarının dekor kağıdı ile kaplanması (MDFlam)

Farklı üst yüzey tutkal sıvama reçeteleri ile üretilen dekor kağıtları 18 mm'lik MDF yüzeylerine melamin preste sabit sıcaklık, basınç ve sürede bute sacı kullanılarak basılmıştır. Pres sıcaklığı 205 °C, basınç 32 kg/cm<sup>2</sup> ve pres süresi 15 sn'dir. Her bir tutkal reçetesi için 3 MDFlam üretilmiştir. Her bir levhanın ebadı 2100 x 2800 mm'dir. Toplamda 6 (tutkal reçetesi) x 3 tekrar = 18 levha basılmıştır.



### 3.2.3. MDFlam levhalarının fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerinin belirlenmesi

Fabrika ortamında üretilen 2100 x 2800 mm ebatlarındaki MDFlam levhalarının fiziksel, mekanik ve yüzey özelliklerinin belirlenmesi için gerekli test örneklerinin kesim planı Şekil 3.1’de verilmiştir. Bir kıyaslama yapabilmek amacıyla MDFlam üretiminde kullanılan ham MDF (kontrol) levhalarının da özellikleri tespit edilmiştir. Böylece altı grup MDFlam ve bir grup kontrol levhası olmak üzere toplamda yedi grup oluşturulmuştur.



Şekil 3.1. Test örneklerinin kesim planı

Tez kapsamında MDF levhaları üzerinde belirlenen bazı fiziksel, mekaniksel ve yüzey özellikleri ayrı başlıklar halinde sırasıyla aşağıda verilmiştir.

#### 3.2.3.1. MDFlam levhaların fiziksel özelliklerinin belirlenmesi

MDF levhaları üzerinde belirlenen bazı fiziksel özellikler ve ilgili standartlar Çizelge 3.4’te verilmiştir.

Çizelge 3.4. Belirlenen fiziksel özellikler

Özellikler	İlgili standart
Yoğunluk Tayini	EN 323 (1999)
Su Alma (24 saat) Tayini	TS EN 317 (1999)
Kalınlığına Şişme (24 saat) Tayini	TS EN 317 (1999)
Formaldehit Tayini	TS EN 717-2 (1999)

### 3.2.3.1.1. Yoğunluk tayini

MDF levhalarının yoğunlukları EN 323 (1999) standardına göre belirlenmiştir. Buna göre bir kenarı minimum 50 mm olan MDF örnekleri 23±2 °C ve %50±5 bağıl nemde klimatize edildikten sonra ağırlığı ve iki kenar genişliği belirlenmiştir. Daha sonra aşağıdaki formüle göre yoğunluğu hesaplanmıştır (EN 323,1999).

$$Y \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^3 \quad (1)$$

Eşitlikte:

- Y : Yoğunluk (g/cm<sup>3</sup>)  
M : Örnek ağırlığı (g)  
b<sub>1</sub> ve b<sub>2</sub> : Örnek genişliği (mm)  
t : Örnek kalınlığı (mm)

### 3.2.3.1.2. Su alma oranı (%)

50x50 mm ölçülerindeki örnekler önce 23±2 °C ve %50±5 bağıl nemde klimatize edilmiş ardından kalınlıkları ölçülüp, Şekil 3.2'de görülen ve sıcaklığı 20±1 °C olan su banyosunda (Nüve BS402 modeli) 24 saat süreyle bekletilmiştir. Süre tamamladığında örnekler, su banyosundan çıkarılıp üzerindeki fazla su bir bezle silindikten sonra kalınlıkları tekrar ölçülmüştür. Su alma miktarı aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Her bir örnek grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.2. Su alma oranı ve kalınlığına şişme testi (Ü. Gök, 2019)

$$W (\%) = \frac{G_w - G_n}{G_n} \times 100 \quad (2)$$

Eşitlikte;

W : Su alma oranı (%)

G<sub>n</sub> : Deney öncesi örnek ağırlığı (gr)

G<sub>w</sub> : Deney sonrası örnek ağırlığı (gr)

### 3.2.3.1.3. Kalınlığına şişme oranı (%)

MDF örneklerinin kalınlığına şişme oranı TS EN 317 (1999) standardına göre belirlenmiştir. 50x50 mm ölçülerindeki örnekler önce 23±2°C ve %50±5 bağıl nemde klimatize edilmiştir. Daha sonra kalınlıkları ölçülerek sıcaklığı 20±1°C olan su banyosuna 24 saat süreyle bırakılmıştır (Şekil 3.2). Süre tamamladığında örnekler, su banyosundan çıkarılmış ve üzerindeki fazla su bir bezle alınarak kalınlıkları ölçülmüştür. Aşağıda verilen formül kullanılarak kalınlığına şişme miktarı hesaplanmıştır. Her bir örnek grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

$$G_t (\%) = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (3)$$

Eşitlikte;

G : Kalınlığına şişme (%)

t<sub>1</sub> : Deney öncesi örnek kalınlığı (mm)

t<sub>2</sub> : Deney sonrası örnek kalınlığı (mm)

### 3.2.3.1.4. Gaz analiz yöntemine göre formaldehit tayini

Gaz analiz metodu için örneklerin alınması ve kesimi TS EN 326-1 (1999)'de belirtilen esaslara göre yapılmıştır. Test örnekleri 400 mm x 50 mm x 18 mm ölçülerinde hazırlandıktan sonra alüminyum bant ile numunelerin kenarları kapatılmıştır. Her gaz yıkama şişesi çifti 50 ml saf su ile doldurulur. İMAL marka ve 2/GA 717-2 model cihaz açılır ve aletin iç sıcaklığı 60±0,5°C'ye ulaştığında 2 adet deney numunesi aletin içine yerleştirilir. Hava akış 1.0 L/dk ve gaz yıkama şişelerindeki basınç 1.1 Kpa değerine ayarlanır. Test süresi 4 saat olup sürenin sonunda yıkama şişeleri içinde bulunan sıvı 250 ml'lik balon jöjeye aktarılır ve üzeri saf su ile 250 ml'ye tamamlanarak çalkalanır. Bu

çözeltiden 10 ml alınarak bir şişeye konur ve üzerinde 10 ml 0.01 N asetil aseton ile 10 ml 0.01 N amonyum asetat ilave edilir. Şişelerin ağzı sıkıca kapatılarak termo reaktörde 40°C’de 15 dk bekletilir. Daha sonra 1 saat süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bırakılır. Çözeltideki içindeki formaldehit miktarı, Hach Lange DR3900 markalı UV spektrofotometre cihazında 412 nm dalga boyunda ölçülür. Gaz analiz cihazına örnek koyulmadan da bir kör deneme yapılmıştır. Her bir örnek grubu için 6 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır. Formaldehit emisyonu mg/m<sup>3</sup>h olarak belirlenir (TS EN 717-2, 1999).



Şekil 3.3. Gaz Analiz Cihazı ve UV spektrofotometre

### 3.2.3.2. MDFlam levhaların Mekanik özelliklerinin belirlenmesi

Çalışma kapsamında MDFlam levhaları üzerinde belirlenen mekanik özellikler ve ilgili standartlar aşağıdaki tabloda verilmiştir. Bu özelliklere ait bilgiler alt başlıklar halinde sırasıyla ele alınmıştır.

Çizelge 3.5. Tez kapsamında yapılan mekanik özellikler

Özellikler	İlgili standart
Eğilme Direnci	EN 310 (1999)
Elastikiyet Modülü	EN 310 (1999)
Yüze Dik Çekme Direnci	EN 319 (1999)

Bu özelliklerin belirlenmesi IMAL IB600 modeli test cihazı kullanılarak yapılmıştır.

### 3.2.3.2.1. Eğilme direnci

Standarda uygun olarak hazırlanan örnekler,  $23\pm 2$  °C ve  $\%50\pm 5$  bağıl nemde klimatize edildikten sonra Şekil 3.4'te görülen IMAL IB600 cihazında teste tabii tutulmuştur. Eğilme direnci hesaplanırken aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (EN 310, 1999). Her bir örnek grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

$$f_m = \frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \quad (4)$$

Eşitlikte:

$f_m$  : Eğilme direnci ( $N/mm^2$ )

$F_{\max}$  : Kırılma anındaki kuvvet (N)

$l_1$  : Dayanak açıklığı (mm)

$b$  : Örnek genişliği (mm)

$t$  : Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 3.4. Eğilme direnci testi

### 3.2.3.2.2. Elastikiyet modülü

Örneklerin, eğilmede elastikiyet modülü EN 310 (1999) standardına uygun olarak belirlenmiş ve aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır

$$E = \frac{F \times l^3}{4 \times b \times d^3 \times \Delta} \quad (5)$$

Eşitlikte:

E : Eğilmede elastikiyet Modülü (N/mm<sup>2</sup>)

F : Deformasyonu sağlayan kuvvet (N)

l : Dayanak açıklığı (mm)

b : Örnek genişliği (mm)

d : Örnek kalınlığı (mm)

Δ : Eğilme miktarı (mm)

Her bir örnek grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

### 3.2.3.2.3. Yüzeye dik çekme direnci

Örneklerin yüzeye dik çekme direncinin belirlenmesi EN 319 (1999) standardına göre yapılmıştır. Standarda uygun olarak kesilen 50x50 mm ebatlarındaki levhalar, 23±2 °C ve %50±5 bağıl nemde klimatize edildikten sonra Şekil 3.5'te görülen IMAL IB600 cihazında teste tabii tutulmuştur. Çekme direnci aşağıda verilen eşitliğe göre hesaplanmıştır. Her bir örnek grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

$$f_t = \frac{F_{\max}}{a \times b} \quad (6)$$

Burada:

f<sub>t</sub> : Yüzeye dik çekme direnci (N/mm<sup>2</sup>)

F<sub>max.</sub> : Kopma anındaki kuvvet (N)

a ve b : Levha uzunluğu ve genişliği (mm)



Şekil 3.5. Yüzeye dik çekme direnci testi

### 3.2.3.3. MDFlam levhaların Yüzey özelliklerinin belirlenmesi

Tez kapsamında MDFlam levhaları üzerinde belirlenen fiziksel özellikler ve ilgili standartlar Çizelge 3.6’da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Tez kapsamında uygulanan fiziksel özellikler

Özellikler	İlgili standart
Su buharına mukavemet	TS EN 14323 (2017)
Aşınma direnci	TS 1770 (2012)
Çizilmeye karşı mukavemet	TS EN 438-2 (2016)
Sigara ateşine mukavemet	TS EN 14323 (2017)
Porozite (Kir Tutma)	KEAS Özel
Kapalılık (Pişme)	KEAS Özel

#### 3.2.3.3.1. Su buharına mukavemet

Bu deney bir ürünün homojen yapışma veya yüzey özelliklerini belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Sıcak buhar, dekor kağıdını levhadan ayırmaya zorlamaktadır. Dekor kağıdı yeterince emprenye edilmemiş veya levhanın odun lifleri arasındaki reçine miktarı çok yüksek düzeyde ise sıcak buhar, kabarmaya neden olacaktır. Uygun şekilde uygulanmamış yüzey reçinesi cilâ kaybına yol açar ve/veya levha yüzeyinin kabarması ve şişmesine neden olabilmektedir. Levhalarda su buharına mukavemet değerinin

belirlenmesi TS EN 14323 (2017) standardına göre yapılmıştır. Buna göre 100 x 100 mm ölçülerinde kesilen örnekler, önce  $23\pm 2$  °C ve  $\%50\pm 5$  şartlarında kondisyonlanmıştır. Daha sonra levhaların yüzeyleri,  $\%30$  saflıktaki etil alkole batırılmış bir bezle silinerek bir elektrik ocağının üzerinde bulunan ve içinde kaynayan su dolu bir kabın üzerinde yerleştirilir. Bir saat süreyle sıcak su buharına maruz bırakılan örnekler, süre sonunda yüzeyleri kuru bir bezle silinmiş ve 24 saat süreyle normal hava koşullarında bırakıldıktan sonra Çizelge 3.7’de verilen skalaya göre değerlendirilme yapılmıştır. Tez kapsamında her bir levha grubu için 30 tekrar yapılarak değerlendirilmelerin ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.7. Su buharına mukavemet değerlendirme skalası

5°	Gözlenebilir bir değişme yok
4°	Yalnızca belirli açılardan bakıldığında parlaklık ve/veya renk kaybı mevcut
3°	Orta derecede parlaklık ve/veya renk kaybı mevcut
2°	Belirgin oranda parlaklık ve/veya renk kaybı mevcut
1°	Kabarcıklar ve/veya kağıt ayrılması mevcut



Şekil 3.6. Su buharına mukavemet testi



### 3.2.3.3.2. Aşınma direnci

Örneklerin aşınma direnci, TS 1770 (2012) standardına göre gerçekleştirilmiştir. 100 x 100 ebatlarında hazırlanan levhalar ile zımpara kâğıtları  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve  $\%50\pm 5$  şartlarında kondisyonlanmıştır. Şekil 3.7’de görülen taber aşınma cihazına 100 kumluk zımpara şeritleri, aşındırma tekerlekleri üzerine yapıştırıldıktan sonra ortasından delik açılan test örneği, cihaza yerleştirilir ve alet çalıştırılır. Örnek yüzeyi, her 20 devirde bir kontrol edilmiş ve levha yüzey deseni  $\%95$ ’i kayb olduğunda deneye son verilmiştir. Testte kullanılan zımpara şeritleri 500 devri tamamladığında yenisi ile değiştirilmiştir. Her bir levha grubu için 30 tekrar yapılmış ve devir sayılarının ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.7. Aşınma direnci test cihazı (Taber aşınma cihazı)

### 3.2.3.3.3. Çizilmeye karşı mukavemet

Bu deneyin amacı deneye tabi tutulan yüzeyin çizilmeye karşı mukavemetinin sürekli bir yüzey çizdiği oluşturmayan azami yükü tespit edip, bir sayısal değer olarak belirtmektir. Tez kapsamında MDF levhalarının yüzeylerinin çizilmeye karşı mukavemeti TS EN 438-2 (2016)’e göre tespit edilmiştir. 100 x 100 mm ölçülerinde kesilen örnekler önce  $23\pm 2^{\circ}\text{C}$  ve  $\%50\pm 5$  bağıl nemde sabit kütleye ulaşincaya kadar kondisyonlanır. Her örneğin ortasına bir delik açıldıktan sonra yüzeyleri, aseton emdirilmiş pamuklu bir kumaş ile silinir. Örnek yüzeyi temizlendikten sonra parmakla dokunulmaması önemlidir. Örnek Şekil 3.8’de görüldüğü üzere test cihazına yerleştirilir. Makinenin yatay olarak dönen diski üzerine elmas uç, dik gelecek şekilde bağlanmıştır. Elmas uç, örneklerin yüzeyine temas

ettirilir ve cihaz diskin dönmesiyle 360°'lik bir dönüş yapmaktadır. İlk turda (dönüşte), 5N'luk bir kuvvet uygulanır. Duruma göre kesintisiz bir çizgi meydana gelene kadar kuvvet artırılır. 5 N'luk kuvvet uygulamasında kesintisiz çizgi meydana gelmiş ise kuvvet 2 N'a kadar 0.5 N'luk, 1 N a kadar 0.25 N'luk ve 1 N'un altında 0.1 N'luk kademelerle azaltılır. Daire şeklinde oluşan sürekli çizgilerde kesintiler meydana gelince teste son verilir. Daireler arasında en az 1mm mesafe olmalıdır. Çizilmiş örneklerin değerlendirmesi yapılmadan önce 24 saat süreyle kondisyonlanması gerekir. Daha sonra Çizelge 3.8.'de yer alan bilgilere göre MDF levha yüzeylerinin çizilmeye karşı mukavemet değeri belirlenir. Tez kapsamında her bir levha grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.8. Çizilmeye karşı mukavemet testi

Çizelge 3.8. Çizilmeye karşı mukavemet değerlendirme skalası

Skala	Sürekli olmayan çizikler veya hafif yüzeysel çizikler ve görülemeyen çizikler	Çizik işaretlerini ikili halkasının sürekliliğinin >% 90 olduğunun açık bir şekilde görülmesi
5°	6N	> 6N
4°	4N	6N
3°	2N	4N
2°	1N	2N
1°	-	1N

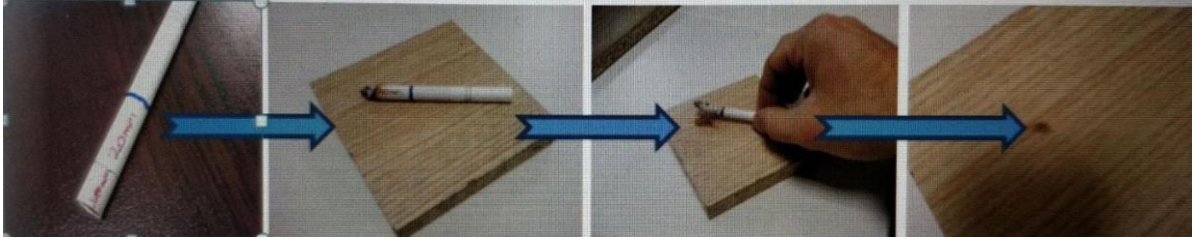
#### 3.2.3.3.4. Sigara ateşine mukavemet

MDF levhalarının sigara ateşine mukavemet değeri TS EN 14323 (2017) standardına göre belirlenmiştir. Bu deneyde melamin kaplı bir levhanın yüzeyine yanmakta olan bir sigara konarak levha yüzeyinin, ısıya karşı mukavemeti tayin edilmektedir. Deney öncesi 100x100 mm ölçülerinde kesilen örnek ve sigaralar 23±2°C ve %50±5 bağıl nemde

sabit kütleye ulaşıncaya kadar kondisyonlanır. Bu işlemten sonra 10 mm içilen sigaralar, test edilecek örneklerin üzerinde konmuş (Şekil 3.9) ve 20 mm'lik kısım yanıncaya kadar beklenmiştir. Yanan yer etil alkole (%30 saf) batırılmış bir bezle silinerek, fark edilebilir bir değişiklik olup olmadığı ve yanığın kaybolup kaybolmadığı gözlemlenir. Çizelge 3.9'da verilen skalaya göre değerlendirme yapılarak, levhaların hangi skalada yer aldığı belirlenir. Her bir levha grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.

Çizelge 3.9. Sigara ateşine mukavemet değerlendirme skalası

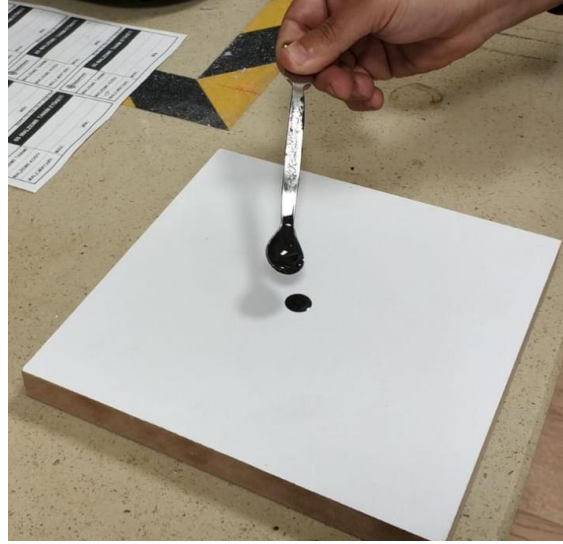
5°	Gözlenebilir bir değişme yok
4°	Belirli açılardan parlaklıkta çok az bir değişme var
3°	Parlaklıkta orta derecede bir değişme veya orta şiddette kahverengi leke mevcut
2°	Koyu kahverengi leke mevcut, fakat yüzey yapısında bozulma yok
1°	Kabarma ve /veya çatlaklar mevcut



Şekil 3.9. Sigara ateşine mukavemetin belirlenmesi

### 3.2.3.3.5. Porozite (Kir Tutma)

Bu deneyde makine yağı ve grafit tozu ile hazırlanan karışım, dekor kağıdının yüzeyine damlatılmakta (Şekil 3.10) ve sonra yüzey alkollü bir bezle silinerek gözlemlenmektedir. Aşağıda Şekil 3.11'de verilen "porozite değerlendirme skalası"na göre bir değerlendirme yapılmaktadır. Eğer yüzey gözenekli bir yapıya sahip ise karışım bu kısımlara nüfus edecek ve kirliliğe sebep olacaktır. Yüzeyde bir efekt kalmaması istenen bir durum olup "uygun = 4°" olarak nitelendirilmektedir. Her bir levha grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.



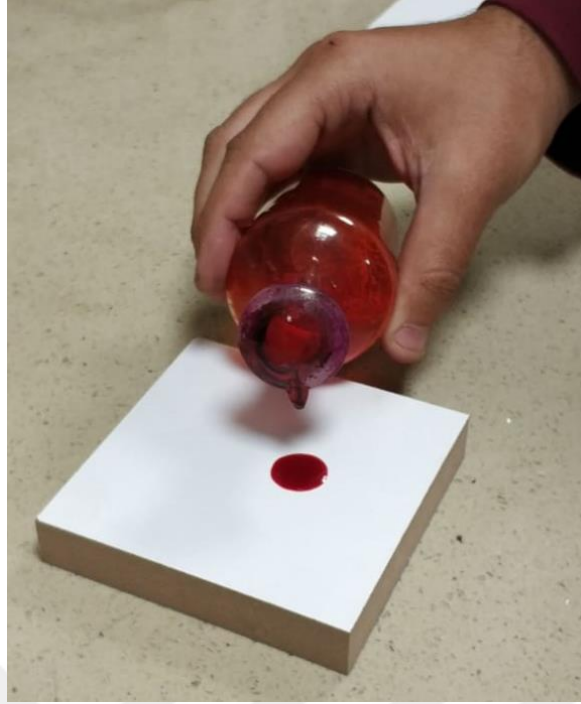
Şekil 3.10. Kir Tutma (Porozite) testi



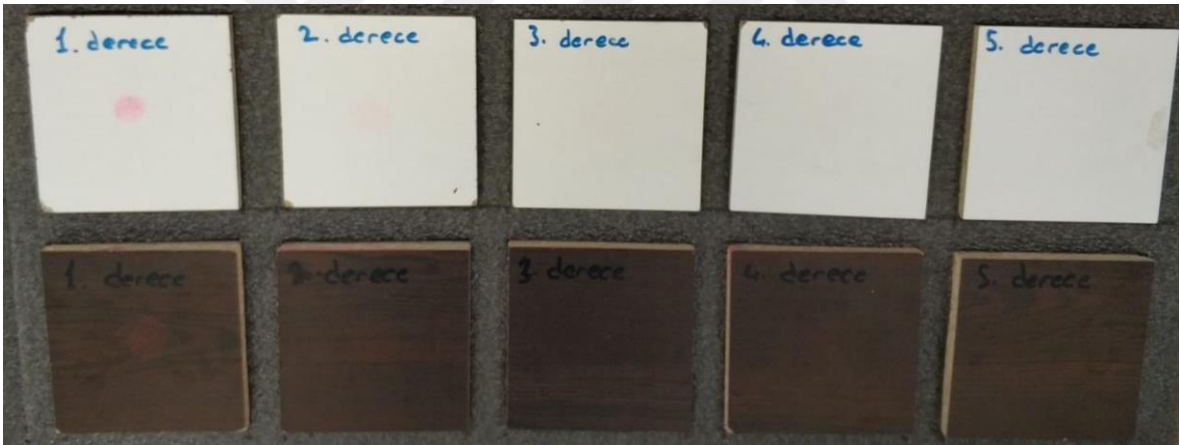
Şekil 3.11. Porozite değerlendirme skalası

### 3.2.3.3.6. Kapalılık (Pişme)

Bu deneyde %37 HCl ve rhodamine B ile hazırlanan karışım dekor kağıtlarının üzerine Şekil 3.12’de görüldüğü üzere damlatılmaktadır. Beş dakika beklemenin ardından levha yüzeyi alkollü bir bezle silinir. Kullanılan karışımın dekor kağıtlarına nüfus etme durumu yüzeyin kapalılığı hakkında bir değerlendirme yapılmasına imkan vermektedir. Karışımın, yüzeyde ne az ne de çok bir renk vermesi istenmektedir. Hafifi bir pembelik kalması istenen bir durumdur. Şekil 3.13’te sonuçların değerlendirilmesinde kullanılan skala görülmektedir. Skala 2° istenen yani uygun olan derecedir. Her bir levha grubu için 30 tekrar yapılmış olup verilerin ortalaması alınmıştır.



Şekil 3.12. Pişme (Kapalılık) testi



Şekil 3.13. Kapalılık değerlendirme skalası

### 3.2.4. İstatistiksel analiz

Tez kapsamında elde edilen verilen değerlendirilmesinde SPSS’de One-Way Anova analizi kullanılmıştır. %95 güven aralığında levha özelliklerine ait ortalamalara uygulanan analizin anlamlı bulunması halinde ( $p \leq 0.05$ ) Duncan testi uygulanarak homojenlik grupları belirlenmiştir.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışmada, piyasadan temin edilen 80 gr/m<sup>2</sup> gramajındaki opak beyaz dekor kağıtları farklı tutkal reçeteleriyle sıvanıp daha sonra 18 mm MDF levhalarına yapıştırılmıştır. Elde edilen levhaların fiziksel, mekaniksel ve yüzey özelliklerine ait aritmetik ortalamalar ve standart sapmalar aşağıda tablolarda ayrı ayrı verilmiştir.

##### 4.1. MDFlam Levhalarının Fiziksel Özelliklerine Ait Bulgular

Farklı tutkal reçeteleriyle işlem gören dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının fiziksel özelliklerine (yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme ve formaldehit salınımı) ait sonuçlar ve standart sapmalar Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. MDF levhaların bazı fiziksel özellikleri

Örnek Grupları	Yoğunluk (kg/m <sup>3</sup> )	24 saat Su Alma (%)	24 saat Kalınlığına Şişme (%)	Formaldehit salınımı (mg/m <sup>2</sup> h)
<b>Kontrol</b>	693,07 (4,07)	30,44 (2,85)	10,81 (0,88)	1,08 (0,11)
<b>100 MF</b>	706,00 (2,42)	15,46 (0,71)	1,77 (0,30)	0,26 (0,10)
<b>80MF + 20ÜF</b>	706,13 (2,11)	16,06 (1,21)	2,13 (0,38)	0,29 (0,04)
<b>60MF + 40ÜF</b>	711,70 (2,88)	12,74 (0,46)	1,71 (0,36)	0,30 (0,03)
<b>40MF + 60ÜF</b>	705,57 (1,76)	18,05 (1,38)	1,98 (0,35)	0,32 (0,05)
<b>20MF + 80ÜF</b>	705,57 (2,05)	15,43 (0,75)	2,42 (0,37)	0,27 (0,01)
<b>100 ÜF</b>	705,63 (2,20)	12,52 (2,29)	1,78 (0,58)	0,30 (0,08)

Tablodan görüldüğü üzere en yüksek su alma, kalınlığına şişme ve formaldehit salınım değerleri beklenildiği üzere kontrol levhalarında tespit edilmiştir.

##### 4.2. MDFlam Levhalarının Mekanik Özelliklerine Ait Bulgular

Çeşitli tutkal reçeteleriyle sıvanmış dekor kağıtlarından üretilen MDFlam levhalarının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye paralel çekme direncine ait sonuçlar ve standart sapmalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Çizelge 4.2. MDF levhaların bazı mekaniksel özellikleri

Örnek Grupları	MOR (N/mm <sup>2</sup> )	MOE (N/mm <sup>2</sup> )	Çekme (N/mm <sup>2</sup> )
<b>Kontrol</b>	40,01 (1,66)	4348,22 (79,72)	0,62 (0,05)
<b>100 MF</b>	31,08 (2,54)	4742,13 (65,99)	0,70 (0,04)
<b>80MF + 20ÜF</b>	27,61 (1,98)	4248,68 (51,91)	0,70 (0,04)
<b>60MF + 40ÜF</b>	29,43 (2,33)	4439,73 (61,70)	0,69 (0,06)
<b>40MF + 60ÜF</b>	28,13 (1,87)	3966,15 (60,32)	0,69 (0,04)
<b>20MF + 80ÜF</b>	27,54 (1,85)	3943,85 (54,94)	0,70 (0,04)
<b>100 ÜF</b>	27,98 (2,72)	4228,58 (62,36)	0,67 (0,04)

### 4.3. MDFlam Levhalarının Yüzey Özelliklerine Ait Bulgular

Farklı tutkal reçeteleriyle işlem gören dekor kağıtlarından üretilen MDFlam levhalarının yüzey özelliklerine (su buharına mukavemet, aşınma direnci, çizilmeye karşı mukavemet, sigara ateşine mukavemet, porozite ve kapalılık) ait sonuçlar ve standart sapmalar Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. MDF levhaların bazı yüzey özellikleri

Örnek Grupları	Su buharına mukavemet	Aşınma direnci (Devir sayısı)	Çizilmeye karşı mukavemet	Sigara ateşine mukavemet	Porozite	Kapalılık
<b>Kontrol</b>	-	-	-	-	-	-
<b>100 MF</b>	5° (0,00)	495 (15,26)	5° (0,18)	3° (0,98)	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>80MF + 20ÜF</b>	5° (0,00)	500 (18,57)	5,1° (0,17)	3° (1,14)	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>60MF + 40ÜF</b>	5° (0,00)	495 (20,13)	5° (0,13)	3° (0,91)	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>40MF + 60ÜF</b>	5° (0,00)	490 (20,34)	4,6° (0,15)	2° (0,53)	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>20MF + 80ÜF</b>	5° (0,00)	495 (37,94)	5° (0,16)	2° (0,66)	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>100 ÜF</b>	5° (0,00)	500 (9,13)	5° (0,00)	2° (1,05)	4° (0,00)	2° (0,00)

## 5. İRDELEME

Farklı tutkal reçeteleriyle üst yüzeyi sıvanmış dekor kağıtlarından üretilen lif levhaların fiziksel, mekaniksel ve yüzey özelliklerine ait sonuçların irdelenmesi aşağıda sırasıyla verilmiştir.

### 5.1. MDF Levhalarının Fiziksel Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi

MDF levhaları üzerinde fiziksel özelliklerden yoğunluk, su alma, kalınlığına şişme ve formaldehit salınımı belirlenmiştir. Bu özelliklerin ortalamalarına uygulanan One-Way Anova (Tek yönlü varyans) sonuçlarına göre tutkal reçetesinin bileşimi, levhaların fiziksel özellikleri üzerindeki etkisi %95 güven aralığında anlamlı bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Bu değerlere uygulanan Duncan analiz (DCN) sonuçları ise Çizelge 5.1’de verilmiştir. Bu özelliklere ait irdemeler aşağıda alt başlıklar halinde ele alınmıştır.

Çizelge 5.1. MDF levhalarının fiziksel özellikleri

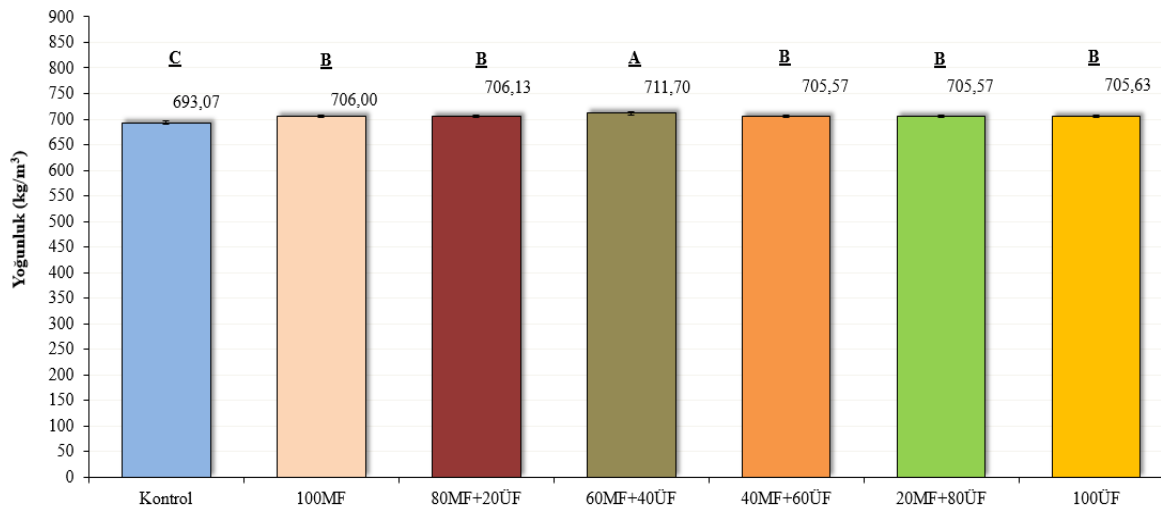
Örnek Grupları	Yoğunluk ( $\text{kg/m}^3$ )		24 saat su alma (%)		24 saat kalınlığına şişme (%)		Formaldehit salınımı ( $\text{mg/m}^2\text{h}$ )	
	Ort.	DCN	Ort.	DCN	Ort.	DCN	Ort.	DCN
<b>Kontrol</b>	693,07 (4,07)	C	30,44 (2,85)	A	10,81 (0,88)	A	1,08 (0,11)	A
<b>100 MF</b>	706,00 (2,42)	B	15,46 (0,71)	C	1,77 (0,30)	D	0,26 (0,10)	B
<b>80MF + 20ÜF</b>	706,13 (2,11)	B	16,06 (1,21)	C	2,13 (0,38)	C	0,29 (0,04)	B
<b>60MF + 40ÜF</b>	711,70 (2,88)	A	12,74 (0,46)	D	1,71 (0,36)	D	0,30 (0,03)	B
<b>40MF + 60ÜF</b>	705,57 (1,76)	B	18,05 (1,38)	B	1,98 (0,35)	DC	0,32 (0,05)	B
<b>20MF + 80ÜF</b>	705,57 (2,05)	B	15,43 (0,75)	C	2,42 (0,37)	B	0,27 (0,01)	B
<b>100 ÜF</b>	705,63 (2,20)	B	12,52 (2,29)	D	1,78 (0,58)	D	0,30 (0,08)	B

Not: DCN= Duncan



### 5.1.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin yoğunluğu üzerine etkisinin irdelenmesi

Çeşitli tutkal reçeteleriyle üst yüzeyi sıvanmış dekor kağıtlarından üretilen 18 mm'lik MDF levhalarının yoğunluk değerleri Çizelge 4.1, 5.1 ve Şekil 5.1'de verilmiştir. Bu değerlere %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova varyans analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Şekil 5.1 incelendiğinde Duncan testine göre en yüksek yoğunluk değeri  $711,70 \text{ kg/m}^3$  ile 60MF+40ÜF'de tespit edilmiştir. Kontrol grubu en düşük değeri ( $693,07 \text{ kg/m}^3$ ) verirken geri kalan tüm levha grupları aynı kategoride yer almıştır.

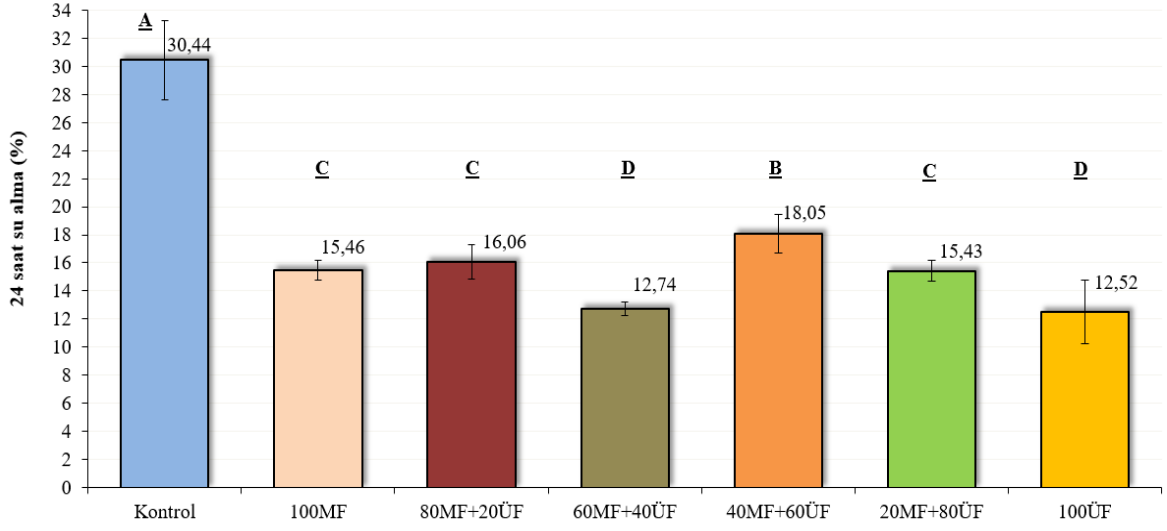


Şekil 5.1. Tutkal reçete bileşiminin yoğunluk üzerine etkisi

Daha önce yapılan benzer çalışmalarda da çeşitli dekor kağıtlar ile kaplanan levhaların, yoğunluk değerlerinin kaplanmamış levhalara göre yüksek olduğu bildirilmiştir (İstek vd., 2016; İstek vd., 2017).

### 5.1.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin su alma oranı (%) üzerine etkisinin irdelenmesi

Farklı tutkal reçeteleriyle muamele edilmiş dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının 24 saat su alma özellikleri Çizelge 4.1, 5.1 ve Şekil 5.2'de verilmiştir. Su alma ortalamalarına % 95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere kontrol örnekleri en fazla oranda (%30,44) su alırken 60MF+40ÜF ile 100ÜF grubu bünyesine en az oranda su alarak aynı grupta yer almıştır. Su alma oranı 60MF+40ÜF'de % 12,74 ve 100ÜF'de % 12,52 olarak tespit edilmiştir.

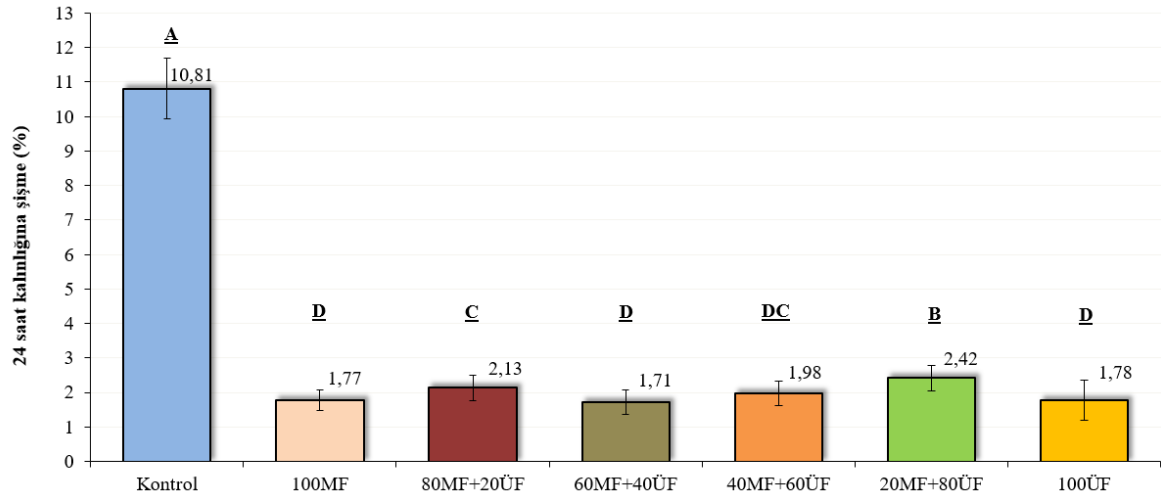


Şekil 5.2. Tutkal reçete bileşiminin 24 saat su alma oranı üzerine etkisi

Melamin emdirilmiş dekor kağıtlarıyla kaplanmış levhaların su alma değerlerinin kaplanmamış levhaya göre daha düşük olduğu İstek ve arkadaşları tarafından da (2017) tespit edilmiştir.

### 5.1.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin kalınlığına şişme oranı (%) üzerine etkisinin irdelenmesi

Çeşitli tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının 24 saat kalınlığına şişme değerleri Çizelge 4.1, 5.1 ve Şekil 5.3'te verilmiştir. Çalışma kapsamında elde edilen kalınlığına şişme ortalamalarına %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova varyans analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Yapılan Duncan test analizine göre Şekil 5.3'te görüldüğü üzere en düşük su alma değerleri, dekor kağıdı ile kaplanmış levha örneklerinde tespit edilmiştir. Bu değer sırasıyla 60MF+40ÜF'de %1,71, 100MF'de %1,77 ve 100ÜF'de %1,78 olup üç örnek grubunda aynı kategoride yer almıştır.

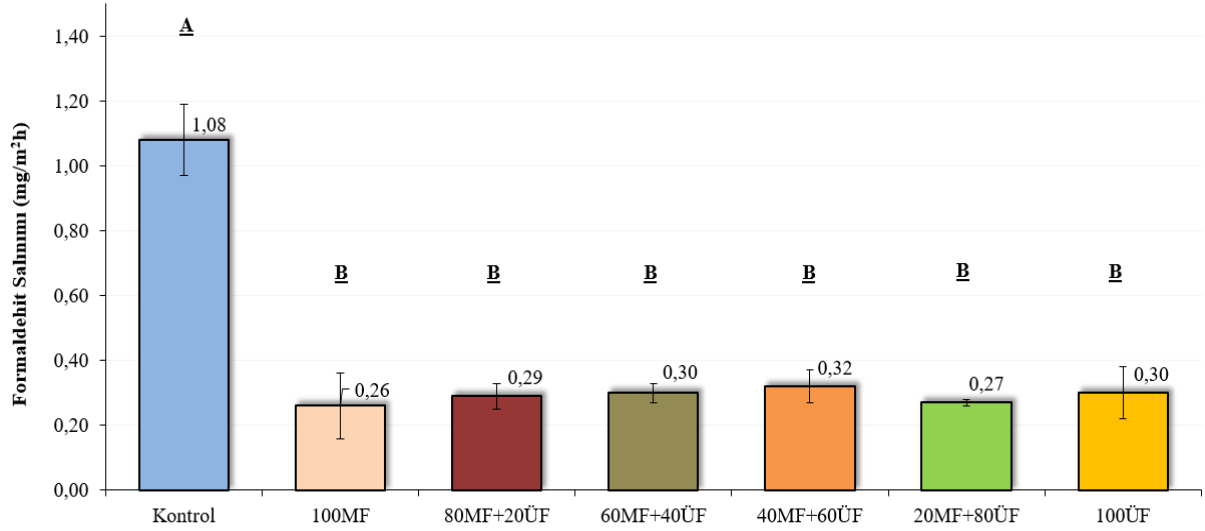


Şekil 5.3. Tutkal reçete bileşiminin 24 saat kalınlığına şişme oranı üzerine etkisi

İstek ve arkadaşlarının (2017) yaptıkları bir çalışmada melamin emdirilmiş dekor kağıtlarıyla kaplanan levhaların kalınlığına şişme değerleri, kaplanmamış levhaya göre daha düşük bulunmuştur. Bu sonuç çalışma kapsamında elde edilen sonuçlarımızı doğrulamaktadır.

#### 5.1.4. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin formaldehit salınımı üzerine etkisinin irdelenmesi

Farklı tutkal reçeteleriyle sıvanmış dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının formaldehit salınım değerleri Çizelge 4.1, 5.1 ve Şekil 5.4'te verilmiştir. Formaldehit salınım ortalamalarına %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Aşağıdaki şekilde görüldüğü üzere  $1,08 \text{ mg/m}^2\text{h}$  değeri ile formaldehit salınımı en fazla kontrol örneklerinde tespit edilmiştir. Duncan test analizine göre tutkal reçetesinin bileşimi, levhaların formaldehit salınım değerleri üzerinde farklı bir etki yaratmamış ve dekor kağıdı ile kaplanmış levha örnekleri aynı grup içerisinde yer almıştır. Kaplanmış levhaların formaldehit oranları,  $0,26 - 0,32 \text{ mg/m}^2\text{h}$  aralığında bulunmuştur. Bu değerler, TS EN 717-2 (1999) standardında belirtilen aralıktan ( $E_1 \leq 1,75$ ) düşük olduğundan levhalarımız  $E_0$  kalite sınıfında yer almıştır.



Şekil 5.4. Tutkal reçete bileşiminin formaldehit salınımı üzerine etkisi

## 5.2. MDF Levhalarının Mekanik Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi

Çeşitli tutkal reçeteleriyle muamele edilen dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü ve yüzeye paralel çekme direncine ait ortalamalar, standart sapmalar ve Duncan test analiz sonuçları Çizelge 4.2 ve 5.2’de verilmiştir. Bu özelliklerin ortalamalarına uygulanan istatistiksel analizlere ait değerlendirmeler aşağıda sırasıyla ele alınmıştır.

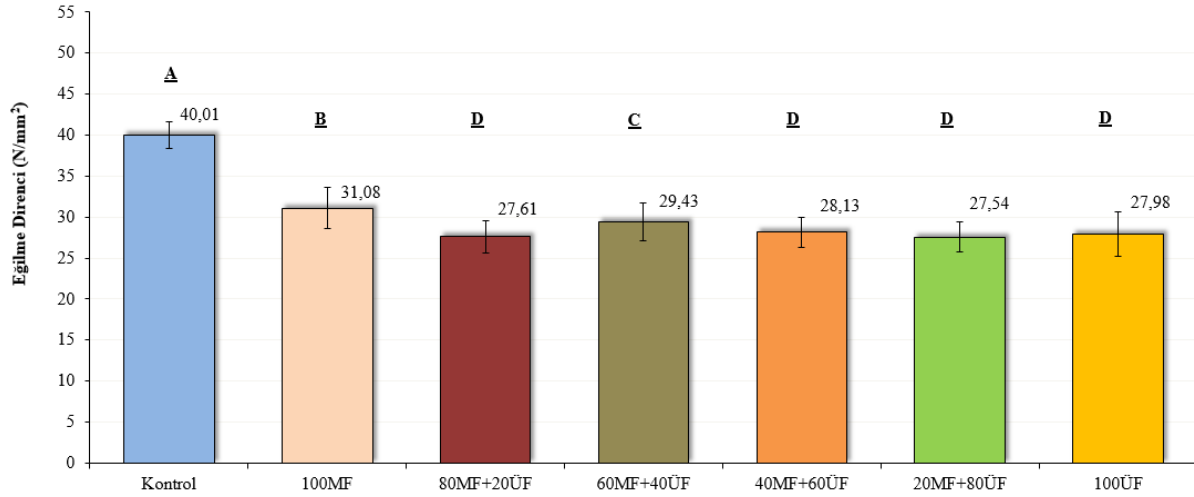
Çizelge 5.2. MDF levhalarının mekanik özelliklere ait test sonuçları

Örnek Grupları	MOR (N/mm <sup>2</sup> )		MOE (N/mm <sup>2</sup> )		Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	
	Ort.	DCN	Ort.	DCN	Ort.	DCN
<b>Kontrol</b>	40,01 (1,66)	<b>A</b>	4348,22 (79,72)	<b>C</b>	0,62 (0,005)	<b>C</b>
<b>100MF</b>	31,08 (2,54)	<b>B</b>	4742,13 (65,99)	<b>A</b>	0,70 (0,04)	<b>A</b>
<b>80MF + 20ÜF</b>	27,61 (1,98)	<b>D</b>	4248,68 (51,91)	<b>D</b>	0,70 (0,04)	<b>A</b>
<b>60MF + 40ÜF</b>	29,43 (2,33)	<b>C</b>	4439,73 (61,70)	<b>B</b>	0,69 (0,06)	<b>A</b>
<b>40MF + 60ÜF</b>	28,13 (1,87)	<b>D</b>	3966,15 (60,32)	<b>E</b>	0,69 (0,04)	<b>A</b>
<b>20MF + 80ÜF</b>	27,54 (1,85)	<b>D</b>	3943,85 (54,94)	<b>E</b>	0,70 (0,04)	<b>A</b>
<b>100ÜF</b>	27,98 (2,72)	<b>D</b>	4228,58 (62,36)	<b>D</b>	0,67 (0,04)	<b>B</b>

Not: DCN= Duncan

### 5.2.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin eğilme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi

Çalışma kapsamında elde edilen eğilme direnci değerlerine uygulanan basit varyans analizi sonuçlarına göre levha grupları üzerinde %95 güven aralığında tutkal reçete bileşiminin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ).

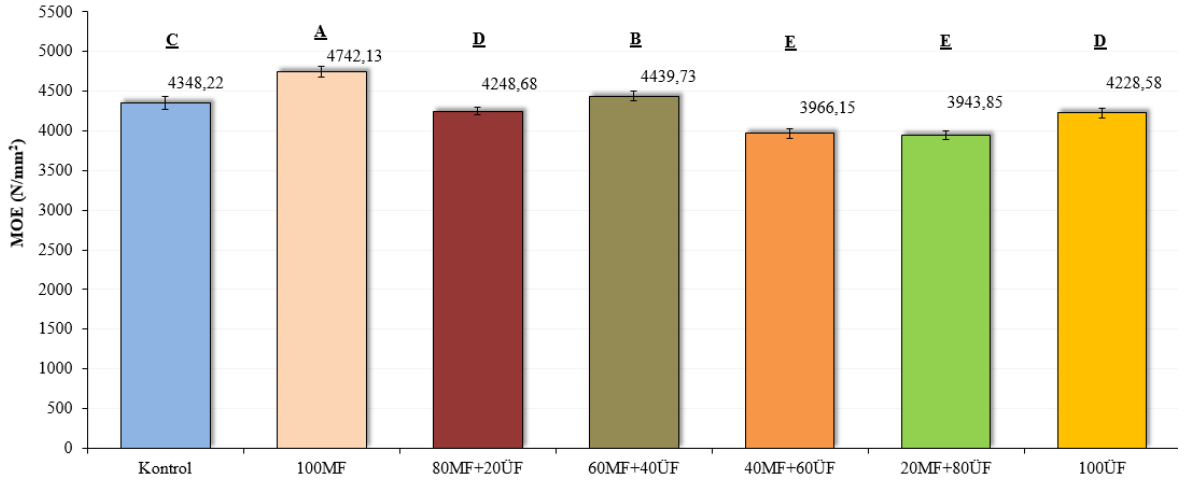


Şekil 5.5. Tutkal reçete bileşiminin eğilme direnci üzerine etkisi

Şekil 5.5'te görüldüğü üzere Duncan test analizine göre en yüksek eğilme direnci  $40,01 \text{ N/mm}^2$  ile kontrol örneğinde bulunmuştur. Bunu daha sonra sırasıyla  $31,08 \text{ N/mm}^2$  ile 100MF ve  $29,43 \text{ N/mm}^2$  ile 60MF+40ÜF takip etmiştir. Kontrol örnekleri göz ardı edilip bir değerlendirme yapıldığında 100MF ile elde edilen eğilme direnci yerine daha düşük bir değer kabul edilebileceği durumlarda 60MF+40ÜF tutkal reçete bileşiminin kullanılması maliyet açısından daha ekonomik olacaktır.

### 5.2.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin elastikiyet modülü direnci üzerine etkisinin irdelenmesi

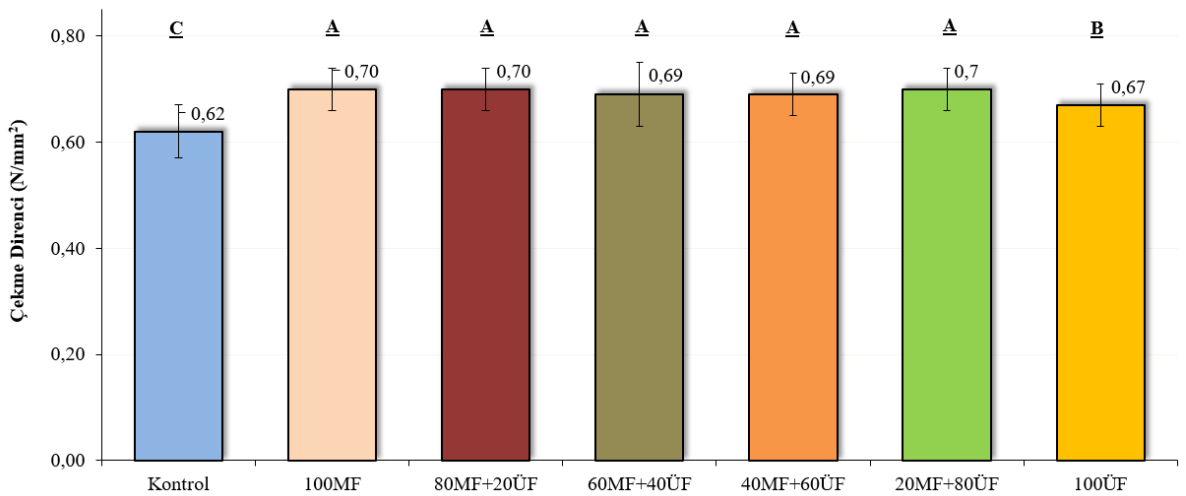
Farklı tutkal reçeteleriyle muamele edilmiş dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının elastikiyet modülü direnç değerleri Çizelge 4.2, 5.2 ve Şekil 5.6'da verilmiştir. Elastikiyet modülü direnç ortalamalarına %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda bir fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ). Şekil 5.6'da görüldüğü üzere en yüksek elastikiyet modülü değeri, kaplanmış levhalarda  $4742,13 \text{ N/mm}^2$  ile 100 MF'de belirlenmiştir. Bunu daha sonra  $4439,73 \text{ N/mm}^2$  ile 60MF+40ÜF takip etmiştir.



Şekil 5.6. Tutkal reçete bileşiminin elastikiyet modülü üzerine etkisi

### 5.2.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin çekme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi

Tez kapsamında elde edilen çekme direnci değerlerine uygulanan One-Way Anova sonuçlarına göre levha grupları üzerinde %95 güven aralığında tutkal reçete bileşiminin etkisi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,001$ ). Aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi en düşük çekme direnci sırasıyla kontrol ( $0,62 \text{ N/mm}^2$ ) ve 100ÜF ( $0,67 \text{ N/mm}^2$ ) grubunda belirlenmiştir. Geri kalan grupların (100MF, 80MF+20ÜF, 60MF+40ÜF, 40MF+60ÜF ve 20MF+80ÜF) çekme direnç değerleri birbirine yakın olduğundan aynı kategoride yer almıştır. Buna göre ticari olarak üst yüzey sıvanmasında uygulanan %100MF yerine daha az MF oranına sahip başka bir tutkal reçetesi tercih etmek mümkündür.



Şekil 5.7. Tutkal reçete bileşiminin çekme direnci üzerine etkisi

### 5.3. MDFlam Levhalarının Yüzey Özelliklerine Ait Sonuçların İrdelenmesi

Tez kapsamında farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının, bazı yüzey özellikleri belirlenmiştir. Bu özellikler aşınma direnci, çizilmeye karşı mukavemet, sigara ateşine mukavemet, kir tutma (porozite) ve pışme (kapalılık)'dir. Deney sonuçlarına ait ortalamalar, standart sapmalar ve Duncan test analiz sonuçları Çizelge 4.3 ve 5.3'te verilmiştir. Bu özelliklerin ortalamalarına uygulanan istatistiksel analizlere ait değerlendirmeler aşağıda sırasıyla alt başlıklar halinde verilmiştir.

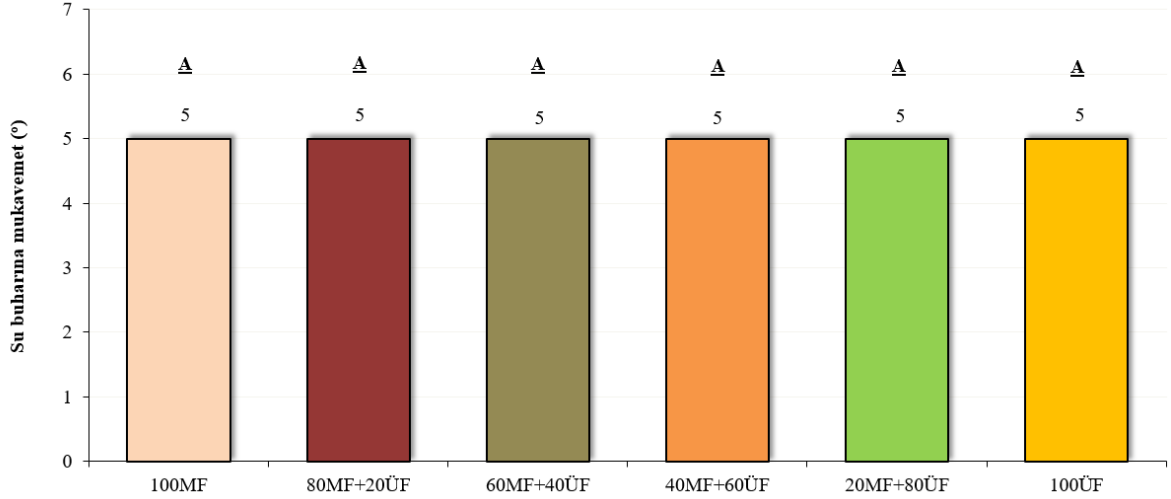
Çizelge 5.3. MDF levhalarının yüzey özelliklere ait test sonuçları

Gruplar	Su buharına mukavemet	Aşınma Direnci (Devir sayısı)		Çizilmeye karşı mukavemet		Sigara ateşine mukavemet		Porozite	Kapalılık
	Ort.	Ort.	DCN	Ort.	DCN	Ort.	DCN	Ort.	Ort.
<b>Kontrol</b>	-	-	B	-	-	-	C	-	-
<b>100 MF</b>	5° (0,00)	495 (15,26)	A	4,97° (0,18)	B	3° (0,98)	A	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>80MF + 20ÜF</b>	5° (0,00)	500 (18,57)	A	5,07° (0,17)	A	3° (1,14)	A	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>60MF + 40ÜF</b>	5° (0,00)	495 (20,13)	A	4,97° (0,13)	B	3° (0,91)	A	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>40MF + 60ÜF</b>	5° (0,00)	490 (20,34)	A	4,55° (0,15)	C	2° (0,53)	B	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>20MF + 80ÜF</b>	5° (0,00)	495 (37,94)	A	4,98° (0,16)	B	2° (0,66)	B	4° (0,00)	2° (0,00)
<b>100 ÜF</b>	5° (0,00)	500 (9,13)	A	5,00° (0,00)	AB	2° (1,05)	B	4° (0,00)	2° (0,00)

Not: DCN= Duncan

#### 5.3.1. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin su buharı mukavemeti üzerine etkisinin irdelenmesi

Tüm levha gruplarının su buharı mukavemet değerlerine ait standart sapma sonuçları sıfır olarak bulunmuştur. Bu nedenle SPSS programında istatistiksel analiz uygulanamamıştır.



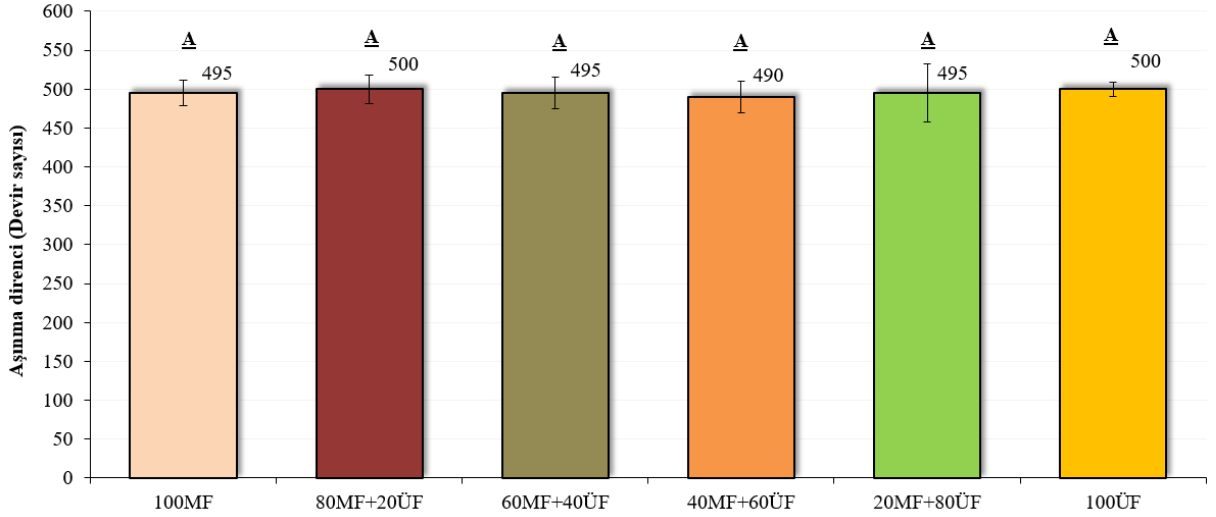
Şekil 5.8. Tutkal reçete bileşiminin su buharına mukavemeti üzerine etkisi

Şekil 5.8’de grafikten görüldüğü üzere tüm grupların su buharı mukavemet değeri 5°’de yer almıştır. Tez kapsamında tüm denemelerde emprenye (%70ÜF+%30MF) ile alt yüzey sıvama (%100MF) işleminde tutkal oranı sabit alınmıştır. Yapılan bu işlemler levha yüzeyinde, su buharına karşı yeterli bir bariyer oluşturmuş ve bu nedenle üst yüzeye uygulanan farklı tutkal reçete bileşimleri su buharından etkilenmemiştir.

### 5.3.2. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF’nin aşınma direnci üzerine etkisinin irdelenmesi

Farklı tutkal reçeteleriyle muamele edilmiş dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının aşınma direnci değerleri Çizelge 4.3, 5.3 ve Şekil 5.9’da verilmiştir. Bu ortalamalara, %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova analiz sonuçlarına göre tutkal reçetesi bileşimi, aşınma direnç değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0,000$ ) bulunmuştur. Aşağıdaki şekilde de görüldüğü üzere Duncan test analizine göre tutkal reçetesinin bileşimi, levhaların aşınma direnç değerleri üzerinde farklı bir etki yaratmamış ve levha örnekleri aynı grup içerisinde yer almıştır. Bu değer 495 - 500 devir aralığında tespit edilmiştir.

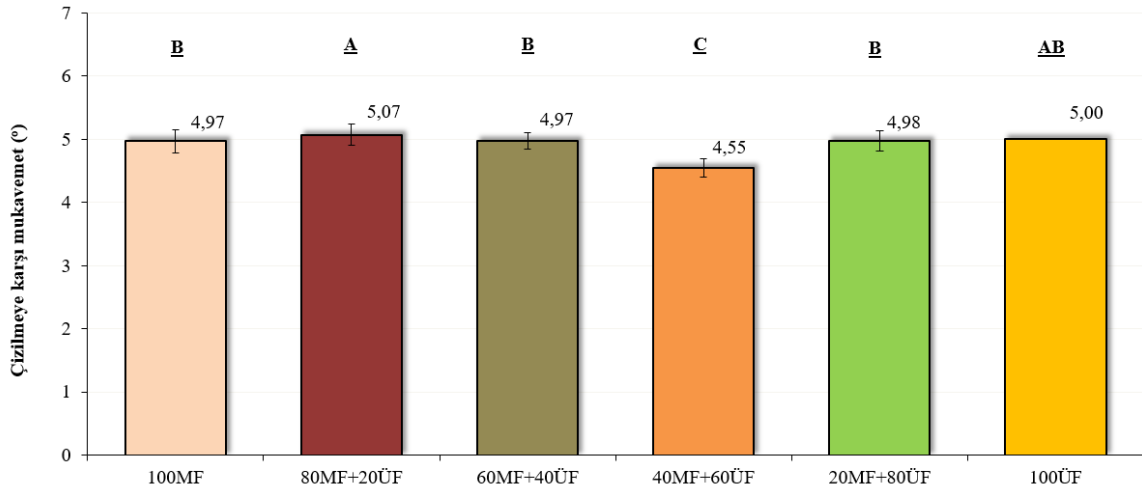




Şekil 5.9. Tutkal reçete bileşiminin aşınma direnci üzerine etkisi

### 5.3.3. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin çizilme direnci üzerine etkisinin irdelenmesi

Çeşitli tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarından üretilen 18 mm'lik MDF levhalarının çizilmeye karşı mukavemet sonuçları Çizelge 4.3, 5.3 ve Şekil 5.10'da verilmiştir. Bu değerlere %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova varyans analiz sonuçlarına göre gruplar arasında istatistiksel anlamda fark bulunmuştur ( $p=0,000$ ).

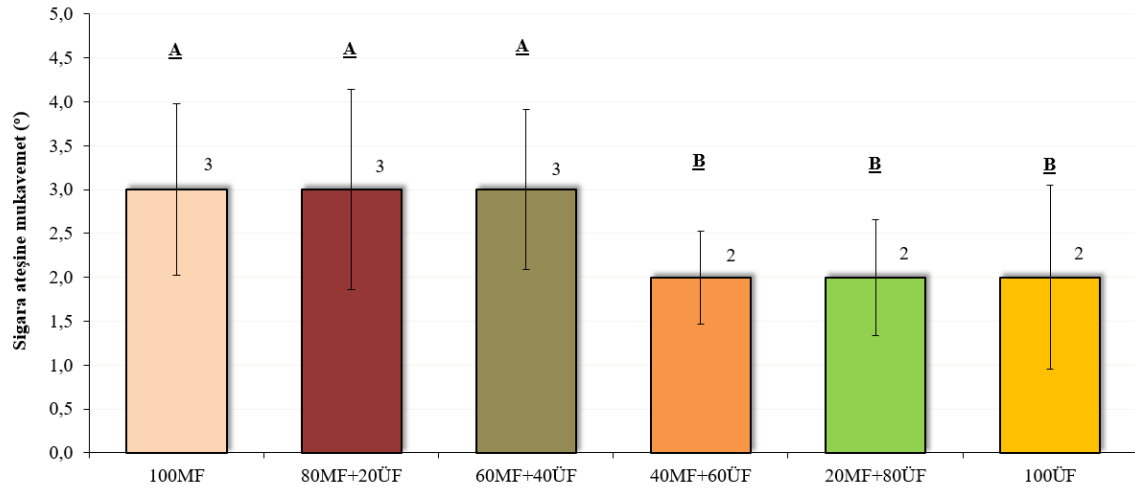


Şekil 5.10. Tutkal reçete bileşiminin çizilmeye karşı mukavemet üzerine etkisi

Yukardaki şekilde görüldüğü üzere çizilmeye karşı mukavemet değerleri 4,55-5,07 aralığında gerçekleşmiş ve bu değer, TS EN 14323 standardında belirtilen kritere uygun bulunmuştur.

### 5.3.4. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin sigara ateşine mukavemeti üzerine etkisinin irdelenmesi

Farklı tutkal reçeteleriyle muamele edilmiş dekor kağıtlarından üretilen MDF levhalarının sigara ateşine mukavemet değerleri Çizelge 4.3, 5.3 ve Şekil 5.11'de verilmiştir. Bu ortalamalara, %95 güven aralığında uygulanan One-Way Anova analiz sonuçlarına göre tutkal reçetesi bileşimi, sigara ateşine mukavemet değerleri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ( $p=0,000$ ) bulunmuştur.



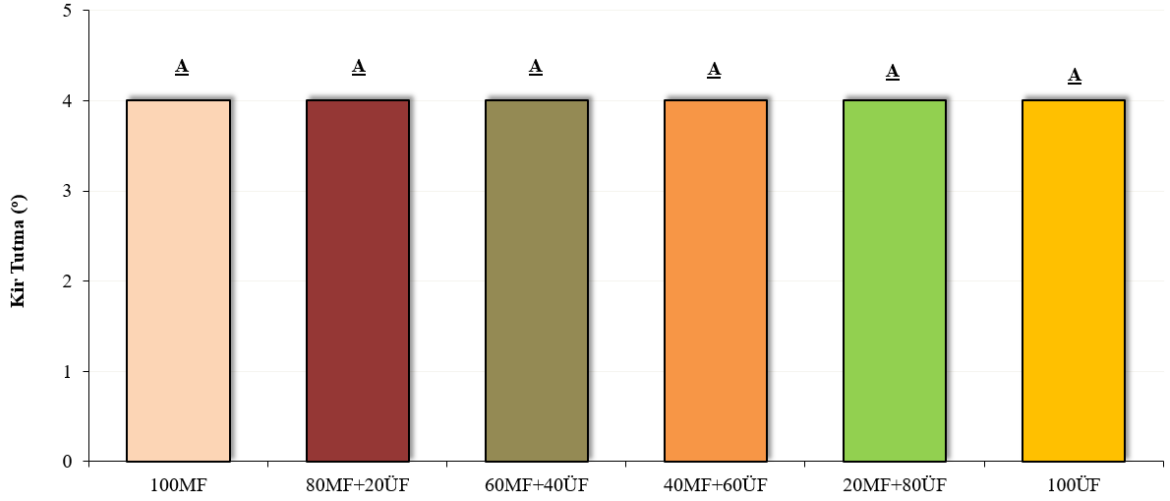
Şekil 5.11. Tutkal reçete bileşiminin sigara ateşi mukavemeti üzerine etkisi

Şekil 5.11'de görüldüğü üzere en yüksek sigara ateşine mukavemet değerleri 100MF, 80MF+20ÜF ve 60MF+40ÜF tutkal reçetesiyle üst yüzeyi sıvanmış dekor kağıtlarından üretilen levha gruplarında elde edilmiştir. Tutkal reçetesinde MF oranının azalmasıyla beraber bu değer azalmıştır. Bilindiği üzere MF tutkalının ısı stabilizasyonu ÜF'ye göre daha yüksektir. Nemli ve Usta (2004) yaptıkları bir çalışmada sadece MF ile emprenye edilmiş kağıtların sigara ateşine daha dayanıklı olduğunu ve ÜF reçinesinde bulunan amino metilen köprülerinin sıcaklık nedeniyle hidroliz olabileceğini bildirmişlerdir.

### 5.3.5. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin porozite (kir tutma) üzerine etkisinin irdelenmesi

Tüm levha gruplarının porozite değerlerine ait standart sapmalar sıfır çıktığından SPSS programında istatistiksel analiz uygulanamamıştır. Şekil 5.12'de görüldüğü üzere tüm levhaların yüzey porozite değerleri aynı çıkmıştır. Porozite değeri, MDFlam yüzeylerinin pres sonrası düzgünlüğünü ve kapalılığını gösteren bir değerdir. Tüm levhalarda porozite

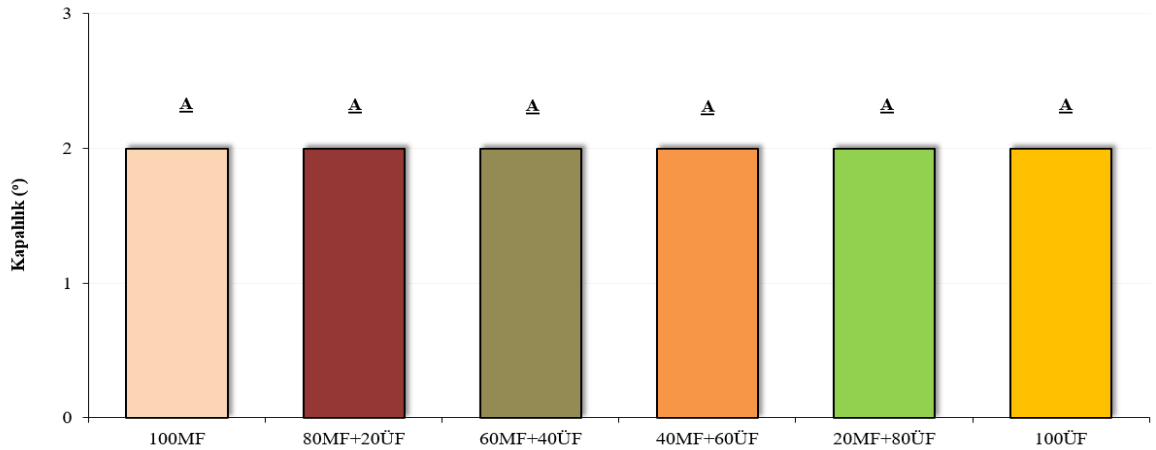
değerinin aynı çıkması tutkal sıvama çözeltilerinin presleme sırasında sıcaklık ve basınç altında levha yüzeyinde iyi bir dağılım gerçekleştirerek sertleştiğini göstermektedir.



Şekil 5.12. Tutkal reçete bileşiminin kır tutma üzerine etkisi

### 5.3.6. Farklı tutkal reçeteleriyle sıvalı dekor kağıtlarının MDF'nin kapalılık (pişme) üzerine etkisinin irdelenmesi

Porozite testinde olduğu gibi tüm levha gruplarının kapalılık değerlerine ait standart sapmalar sıfır olarak bulunmuştur. Bu nedenle SPSS programında istatistiksel analiz uygulanamamıştır. Bu test, üretim sırasında melamin preste uygulanan basınç, sıcaklık ve sürenin uygun olarak seçilip seçilmediğini doğrulamak amacıyla yapılmaktadır.



Şekil 5.13. Tutkal reçete bileşiminin kapalılık üzerine etkisi

Şekil 5.13'te grafikte görüldüğü üzere tüm levhaların pişme değeri 2° olup istenen seviyede gerçekleşmiştir.

## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın tüm deneyleri ticari olarak üretim yapan Kastamonu Entegre-Adana fabrikasında yürütülmüştür. Çalışmanın amacı dekor kağıdının, emprenye ve sıvama işleminde kullanılan ve maliyeti yüksek olan MF oranını azaltma olasılığının olup olmadığını araştırmaktı.

Çalışmada konu edilen üst sıvama reçetesinin farklı MF/ÜF oranları ile uygulanması sonucunda Çizelge 6.1’de karşılaştırmaları görülen test sonuçlarına ulaşılmıştır.

Çizelge 6.1. Tüm test sonuçlarının %100MF üst sıvama reçetesi ile karşılaştırılması

	% 100 MF Sonucu	% 100 MF Sonucuna En Yakın Değer	% 100 MF Sonucuna En Yakın Değeri Veren Reçeteler	% 100 MF Sonucuna En Yakın Değeri Veren Reçetelerin Yıllık Tutkal Tüketimini Değiştirme Yönü ve Miktarı
ANALİZ ADI				
Yoğunluk(kg/m <sup>3</sup> )	706,00	706,13	%80MF+%20ÜF	-350 ton MF
Su Alma Oranı(%/24h)	15,46	15,43	%20MF+%80ÜF	-1400 ton MF
Kalınlığa Şişme Oranı(%/24h)	1,77	1,78	%100ÜF	-1750 ton MF
Formaldehit Salınımı(mg/m <sup>2</sup> h)	0,26	0,27	%20MF+%80ÜF	-1400 ton MF
Eğilme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	31,08	29,43	<b>%60MF+%40ÜF</b>	<b>-700 ton MF</b>
Elastikiyet Modülü (direnci (N/mm <sup>2</sup> ))	4742,13	4439,73	<b>%60MF+%40ÜF</b>	<b>-700 ton MF</b>
Çekme Direnci (N/mm <sup>2</sup> )	0,70	0,70	%20MF+%80ÜF	-1400 ton MF
Su Buharı Mukavemeti(derece)	5	5	Tüm reçetelerde 5	-1750 ton MF
Aşınma Direnci (devir sayısı)	495	495	<b>%60MF+%40ÜF,</b> %20MF+%80ÜF	<b>-700 ton MF</b> -1400 ton MF
Çizilme Direnci (derece)	4.97	4.97	<b>%60MF+%40ÜF</b>	<b>-700 ton MF</b>
Sigara Ateşine Mukavemet(derece)	3	3	%80MF+%20ÜF, <b>%60MF+%40ÜF</b>	-350 ton MF <b>-700 ton MF</b>
Kir tutma(derece)	4	4	Tüm reçetelerde 4	-1750 ton MF
Kapalılık (derece)	2	2	Tüm reçetelerde 2	-1750 ton MF

Sonuç olarak çalışma kapsamında elde edilen değerler göz önünde bulundurulduğunda: Formaldehit salınımı, MOR, MOE, yüzeye paralel çekme direnci, su buharına mukavemet, aşınma direnci, çizilmeye karşı mukavemet, sigara ateşine mukavemet, porozite ve kapalılık test sonuçlarına göre ticari dekor kağıtlarının üst yüzey sıvama işleminde kullanılan %100MF ile sağlanan kalite kriterleri %60MF+%40ÜF tutkal reçetesiyle de elde edilebileceği belirlenmiştir. Bu durum %40 oranında daha az MF kullanımına sebep olacağından maliyetlerde orantılı olarak azalacaktır. MF tutkalı, ÜF'ye göre 2 kat pahalı olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu sonuç oldukça umut verici görünmektedir.

Böylece, yıllık üretimi ortalama 50 milyon metrekare dekor kağıdı olan bir emprenye hattında yılda yaklaşık 10 bin ton tutkal tüketilmektedir. Kağıdın üst sıvama işleminde ise 1750 ton/yıl MF tutkal kullanılmaktadır. Tez sonuçlarının endüstriyel olarak uygulanması durumunda, 700 ton/yıl MF yerine ÜF tutkalının kullanılması fabrika maliyetlerinin düşürülmesine imkan sağlayacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abdullah, U.H., Pizzi, A., Rode, K., Delmotte, I., Zhoe, X., Mansouri, H.R. (2013). Mimosa tannin resins for impregnated paper overlays, *Eur. J. Wood Prod.*, 71:153-162.
- Anonim (1972). *Wood Handbook, Insulation Board, Hardboard, MDF and Laminated Paperboards*, Forest Products Laboratory, Washington, USA.
- ASTM-D 1037 (1999) *Standart Test Methods for Evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials*. ASTM International, Philadelphia, United States.
- Bardak, S., Sarı, B., Nemli, G., Kırıcı, H., Baharoğlu, M. (2011). The effect of decor paper properties and adhesive type on some properties of particleboard, *International Journal of Adhesion & Adhesives*, 31, 412-415.
- Bardak, S., Sarı, B., Nemli, G., Kırıcı, H., Baharoğlu, M. (2011). The effect of decor paper properties and adhesive type on some properties of particleboard. *Int. Journal of Adhesion&Adhesives*, 31:412-412. doi:10.1016/j.ijadhadh. 2011.02.008
- Çınar, S. (1995). Hazır sentetik kaplamalar, *Mobilya Dekorasyon Dergisi*, 4, 14-17.
- EN 120 (1992). *Wood-Based Panels-Determination of Formaldehyde Content-Extraction Method Called Perforator Method*. European Standard.
- EN 310 (1993). *Particleboards and Fiberboards, Determination of Modulus Elasticity in Bending and of Bending Strength*, CEN, Brussels
- EN 319 (1999). *Particleboards and Fiberboards, Determination of Tensile Strength Perpendicular to the Plane of the Board*, CEN, Brussels.
- EN 323 (1999). *Wood-Based Panels, Determination of Density*, CEN, Brussels.
- FAO (2017). *Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics*.
- Gök, Ü., Odabaş-Serin, Z. (2015). Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A.Ş nin Ahşap Esaslı Levha Üretiminde Türkiye ve Dünya'daki Konumu, 3.Ulusal Mobilya Kongresi, 10-12 Nisan 2015, Konya, Türkiye.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Aydın, U. (2016). The effects of resin paper coating on some particleboard properties. *International Conference on Engineering and Natural Sciences (ICENS 2016)*, 24-26 May 2016, Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, pp.1312-1317.
- İstek, A., Özlüsoylu, İ., Gözalan, M. (2017). Yonga levha özelliklerine yüzey kaplama ve boyama işlemlerinin etkisi. *Kastamonu Univ., Orman Fakültesi Dergisi*, 2017, 17 (4): 619-629. Doi: 10.17475/kastorman.180279

- Kalaycıoğlu, H., Nemli, G. (1995). Yonga levha'da Laminasyon, Mobilya Dekorasyon Dergisi, 11, 30-45.
- Kandelbauer, A., Widsten, P. (2009). Antibacterial melamine resin surfaces for wood-based furniture and flooring, *Progress in Organic Coatings*, 65, 305-313.
- Kollman, F. (1966). *Holzspanwerkstoffe*, Institutes für Holzforschung und Holztechnik der Universität München, Mit.409, Springer-Verlag, Berlin, 1966.
- Nemli, G. (2000). Yüzey kaplama malzemeleri ve uygulama parametrelerinin yonga levha teknik özellikleri üzerine etkileri, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi, 201 sayfa, Trabzon.
- Nemli, G., Aydın, A., Öztürk, İ. (2004). Laminat malzemelerde dizayn seçenekleri, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 1-2, 96-101.
- Nemli, G., Hızıroğlu, S. (2009). Effect of press parameters on scratch and abrasion resistance of overlaid particleboard panels. *Journal of Composite Materials*, 1413-1420. DOI: 10.1177/0021998308103416
- Nemli, G., Kalaycıoğlu, H. (2006). The resistance of several types of overlaying materials against cigarette burn, scratch, and abrasion. *Building and Environment*. 41,640-645. doi:10.1016/j.buildenv.2005.02.024
- Nemli, G., Usta, M. (2004). Influences of some manufacturing factors on the important quality properties of melamine-impregnated paper. *Building and Environment*, 39, 567-570.
- Özdemir, T., Nemli, G., Akbulut, T. (2005). Influence of coating material types on the some quality properties of particleboard. *İstanbul Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 55(2)*, 87-95.
- Roberts, R.J., Evans, P.D. (2005). Effects of manufacturing variables on surface quality and distribution of melamine formaldehyde resin in paper laminates, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 36, 95-104.
- TS 1770 (2012). Odun lifi levhaları ve yonga levhaları - Sentetik reçinelerle kaplanmış. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 14323 (2017). Ahşap Esaslı Levhalar, İç Mekân Kullanımları İçin Melamin Yüzlü Levhalar-Deney Metotları. TSE, Ankara, Türkiye.
- TS EN 317 (1999) Yonga Levhalar ve Lif Levhalar - Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 326 – 1 (1999). Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 438-2 (2016). Yüksek basınçta sıkıştırılmış dekoratif laminatlar (HPL) - Termoset reçine esaslı levhalar (genelde lamine olarak adlandırılan) - Bölüm 2: Özelliklerin tayini, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

TS EN 717-2 (1999). Ahşap esaslı levhalar- Formaldehit ayrışması tayini- Bölüm 2: Gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması. Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

URL 1 (2019). <https://alliancedecor.it/>. Erişim Tarihi 24.05.2019.

URL 2 (2019). <https://www.vits.com/en/plantengineering/vits-plants/>. Erişim Tarihi 24.05.2019.





## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Ümit GÖK  
Uyruğu : T.C  
Doğum tarihi ve yeri : 05.01.1977 / Elbistan  
Medeni hali : Evli  
e-posta : ugod@keas.com.tr

### Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	KTÜ, Orman Endüstri Bölümü	1997
Lise	Elbistan Mukrimin Halil Lisesi	1993

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınları

Gök, Ü., Odabaş-Serin, Z. (2015). Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi ve Ticaret A. Ş'nin Ahşap Esaslı Levha Üretiminde Türkiye ve Dünya'daki Konumu, Selçuk-Teknik Dergisi, Özel Sayı-1 (UMK-2015), 530-538, (ISSN 1302-6178).

### Hobiler

Kitap okuma, basketbol oynama, yüzme