

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

**MDFLAM ÜRETİMİNDE BAZI FAKTÖRLERİN DÜZLEMEN
SAPMA DEĞERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ**

Bulut ÖNEM

**Danışman
Jüri Üyesi
Jüri Üyesi**

**Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI
Doç. Dr. Suat ALTUN
Dr. Öğr. Üyesi Önder TOR**

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

KASTAMONU – 2018

TEZ ONAYI

Bulut ÖNEM tarafından hazırlanan " **MDFLAM Üretiminde Bazı Faktörlerin Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi** " adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde savunulmuş ve **oy birliği** ile Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI
Kastamonu Üniversitesi

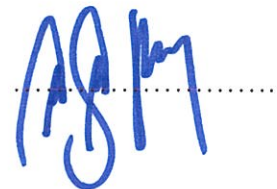
Jüri Üyesi Doç. Dr. Suat ALTUN
Karabük Üniversitesi

Jüri Üyesi Dr. Öğr. Üyesi Önder TOR
Kastamonu Üniversitesi



26/06/2018

Enstitü Müdürü V. Doç. Dr. M. Altan KURNAZ



TAAHHÜTNAME

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “MDFLAM Üretiminde Bazı Faktörlerin Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi” konulu bu çalışmayı baştan sona kadar danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI'nın sorumluluğunda tamamladığımı, verileri/örnekleri kendim topladığımı, başka kaynaklardan aldığım bilgileri metinde ve kaynakçada eksiksiz olarak gösterdiğimi, çalışma sürecinde bilimsel araştırma ve etik kurallara uygun hareket ettiğimi ve aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Bulut ÖNEM



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	iv
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
TEŞEKKÜR.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Genel Bilgiler	4
1.1.1. Lif Levhanın Tarihçesi.....	4
1.1.2. Lif Levhanın Tanımı ve Sınıflandırılması	4
1.1.2.1. Yoğunluklarına Göre Lif Levhalar.....	4
1.1.3. MDF'nin Özellikleri	5
1.1.3.1. MDF'nin Türleri ve Kullanım Alanları.....	5
1.1.4. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhalar	7
1.1.4.1. Yaş Yöntemle Lif Levha Üretimi	7
1.1.4.2. Yarı Kuru Yöntemle Lif Levha Üretimi	8
1.1.4.3. Kuru Yöntemle Lif Levha Üretimi.....	8
1.1.5. Dünyada MDF Üretiminin Tarihçesi ve Gelişimi	9
1.1.6. Türkiyede MDF Üretiminin Tarihçesi ve Genel Durumu	10
1.1.7. MDF Üretim Teknolojisi	10
1.1.7.1. MDF Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler.....	11
1.1.7.1.1. Odun veya Lignoselülozik Maddeler	11
1.1.7.1.2. Lif Odunu Hakkında Genel Bilgiler	13
1.1.7.2. Hammadde	14

1.1.7.3. Kabuk Soyma.....	17
1.1.7.3.1. Kabuk Soymada Kullanılan Makineler ve Yöntemler	17
1.1.7.4. Yongalama	18
1.1.7.5. Yongaların Depolanması	19
1.1.7.6. Yongaların Elenmesi	20
1.1.7.7. Yongaların Yıkanması	21
1.1.7.8. Liplendirme	21
1.1.7.8.1. Liplendirme Yöntemleri.....	22
1.1.7.8.2. Lif Kalitesini Etkileyen Faktörler.....	22
1.1.7.9. Liflerin Tutkalanması.....	23
1.1.7.10. Liflerin Kurutulması.....	25
1.1.7.10.1. Lifin Kurutulmasına Etki Eden Faktörler.....	26
1.1.7.11. Lif Bunkeri ve Serme İstasyonu.....	27
1.1.7.12. Presleme.....	28
1.1.7.12.1. Ön Presleme	28
1.1.7.12.2. Sıcak Presleme.....	29
1.1.7.12.3. Sürekli Presin Katlı Preslere Göre Önemli Avantajları.....	31
1.1.7.13. Levhaların Klimatize Edilmesi.....	35
1.1.7.14. Zımparalama	36
1.1.7.15. Depolama	37
1.1.8. Yüzey Kaplama Malzemeleri	38
1.1.8.1. Katı Yüzey Kaplama Malzemelerin Sınıflandırılması.....	38
1.1.8.2. Sıvı Yüzey Kaplama Malzemelerinin Sınıflandırılması.....	40
1.1.9. Dekor Kağıtları	41
1.1.9.1. Dekor Kağıdı Üretiminde Kullanılan Alfa Selüloz Hamuru ve Avantajları	41
1.1.9.2. Dekor Kağıtlarının Üretimi	42

1.1.9.3. Dekor Kağıtlarının Özellikleri ve Avantajları	45
1.1.9.4. Dekor Kağıtlarının Kaplama Malzemesi Olarak Kullanımı.....	46
1.1.10. Dekor Kağıtlarının Lif levha Yüzeylerine Kaplanması	48
2. KAYNAK ÖZETLERİ	53
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	57
3.1. Materyal.....	57
3.1.1. Hammadde Temini.....	57
3.1.2. Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Katkı Maddeleri.....	57
3.2. Yöntem	58
3.2.1. Deney Levhalarının Üretimi	58
3.2.2. Dekor Kâğıtları Emprenyelenmesi	61
3.2.3. Levhaların kaplanması.....	63
3.2.4. Deney Numuneleri	64
3.2.4.1. Deney Numunelerinin Boyutlarının Ölçülmesi	66
3.2.4.1.1. En ve Boy Ölçme Aleti.....	66
3.2.4.1.2. Kalınlık Ölçme.....	67
3.2.5. Levhaların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi.....	67
3.2.5.1. Levha Yoğunluğu.....	67
3.2.5.2. Levha Rutubet Miktarı	68
3.2.5.3. Levhanın Su Alma Miktarı	69
3.2.5.4. Kalınlık Artış (Şişme) Oranı	70
3.2.6. Düzlemde Sapma	71
3.2.7. Levhaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi	72
3.2.7.1. Eğilme Direnci	72
3.2.7.2. Elastikiyet Modülü	73
3.2.7.3. Yüzeye Dik Çekme Direnci.....	74
3.2.8. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Metotlar	75

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	76
4.1. Düzlemden Sapma Değerine Ait Bulgular ve Tartışmalar.....	76
4.1.1. Pres Kütle Sıcaklık Farkının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi..	76
4.1.2. Parafin Miktarının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi.....	78
4.1.3. Kağıt Gramajının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi	79
4.1.4. Farklı Desen Sacının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi.....	80
4.1.5. Farklı Üretim Tesisinin Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi.....	81
4.2. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi.....	82
4.2.1. 24 Saat Suda Kalınlığına Şişmeye Ait Bulgular	82
4.2.2. 24 Saat Su Emmeye Ait Bulgular	83
4.2.3. Levha yoğunluğuna Ait bulgular	85
4.2.4. Levha Rutubetine Ait Bulgular	87
4.2.5. Çekme Direncine Ait Bulgular	89
4.2.6. Eğilme Direncine Ait Bulgular	91
4.2.7. Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular	93
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	96
5.1. Sonuçlar.....	96
5.2. Öneriler.....	98
KAYNAKLAR	99
ÖZGEÇMİŞ	104

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MDFLAM ÜRETİMİNDE BAZI FAKTÖRLERİN DÜZLEMEN SAPMA DEĞERİ ÜZERİNE ETKİSİNİN BELİRLENMESİ

Bulut ÖNEM

Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr.Öğr.Üyesi Alperen KAYMAKCI

Bu çalışmada; Kızılçam (*Pinus brutia Ten*) ve Doğu kayını (*Fagus orientalis Lipsky*) odunlarından elde edilen %20-%80 karışımında yongaların liflendirilmesinin ardından presleme yapılması ile orta yoğunluklu lif levha (MDF) üretimi gerçekleştirilmiştir. Klimatize edilen levhalar zımparalanarak melamin kaplama preslerinde bir yüzü reçineli kağıt ile kaplanmak sureti ile basılmıştır. Levhanın düzlemden sapma miktarını araştırmak üzere kaplama presi kütle sıcaklık farkları, parafin miktarı, kağıt gramajının değişkenliği, farklı tesiste üretilmesi ve farklı pres sacı ile üretilmesi çalışmaları yapılmıştır. Bu değişkenlerin levhanın fiziksel (yoğunluk, rutubet oranı, su emme, kalınlık artışı) ve mekanik (elastikiyet modülü, liflere dik yönde çekme direnci, eğilme direnci özelliklerine etkisi araştırılmıştır.

Deneme levhalarının üretimi MDF'lerin alt yüzeylerinin melamin kaplama preslerinde kaplanması ile elde edilmiştir. Deneme levhaları $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ve $\% 65 \pm 5$ bağıl nem koşullarında 15 gün süresince iklimlendirme ortamında bekletilerek ilgili standartlarda öngörülen boyutlarda kestirildikten sonra tekrar dinlenme odasına konulmuştur.

Üretilen deneme levhaları incelendiğinde kaplama presi kütle sıcaklık farkı dışında düzlemden sapma miktarını etkileyen başka bir etkenin olmadığı tayin edilmiştir. Levhaların fiziksel özellikleri araştırıldığında, parafin miktarının yoğunluk ve rutubet oranını ters orantılı olarak etkilediği belirlenmiştir. Mekanik özellikler incelendiğinde ise önemli bir tesir gözlenmemiştir.

Sonuç olarak, melamin kaplama presi kütle sıcaklık farkının 25°C olarak tek yüz kaplama üretimi gerçekleştirildiğinde istenilen düzlemden sapma (dönme-kamburlaşma) değerine ulaştığı anlaşılmıştır. Yapılan bu çalışmanın sonuçları seri üretim aşamasında kabul değeri olarak görülmekte ve uygulanmaktadır. Tek yüz kaplama üretiminde farklı müşterilerin taleplerini karşılamada referans noktası durumundadır.

Anahtar Kelimeler: MDF, MDFLAM, düzlemden sapma, fiziksel özellikler

2018,104 sayfa.

Bilim Kodu: 1204

ABSTRACT

DETERMINATION SOME FACTORS AFFECTING VALUE OF DEVIATION FROM PLANE IN THE PRODUCTION OF MDFLAM

Bulut ÖNEM

Kastamonu University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Forest Industry Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Alperen KAYMAKCI

In this study; the particles obtained from woods of 20% Red pine (*Pinus brutia Ten*) and 80% Oriental beech (*Fagus orientalis Lipsky*) were fiberized and then pressed to produce medium density fiber board (MDF). After climatized plates were sanded, was covered bar face of plates with rekindle kit in melamine coating press. In order to investigate the amount of deviations of the plate from plane, studies were made on the production of the coating press mass temperature differences, the amount of paraffin, the variation of the paper weight, production at different facility and production with different press sheet metal. The effects of these variables on physical properties (density, humidity ratio, water absorption, thickness increase) and mechanical properties (elasticity modulus, tensile strength perpendicular to the fibers, bending resistance properties) were investigated.

The production of the test plates was achieved by coating the lower surfaces of the MDFs in melamine coating presses. The test plates were kept in a climate environment for 15 days at $20 \pm 2^\circ\text{C}$ and $65 \pm 5\%$ relative humidity conditions, and after plates were cut back according to standards, placed in the climate chamber again. When the produced test plates are examined, it is determined that there is no other factor affecting the amount of deviations from plane other than the coating press mass temperature difference. When the physical properties of the plates were investigated, it was determined that the amount of paraffin influenced the density and humidity ratio as an inverse proportion. When mechanical properties were examined, no significant effect was observed.

As a result, it has been understood that the melamine coating press mass temperature difference reaches the value of deviation from desired plane (turn-hump) when single face coating production is carried out at 25°C . The results of this study are approved and applied as the acceptance value during the mass production phase. It is the reference point for meeting the demands of different customers in the production of single face coatings.

Key words: MDF, MDFLAM, deviation from plane, physical properties

2018,104 pages.

Science Code: 1204

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada değerli bilgi ve deneyimini esirgemeyen, bana her konuda yardımcı olan danışman hocam Sayın. Dr. Öğr. Üyesi Alperen KAYMAKCI'ya katkılarından dolayı sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi konusunda geçmişte çok kıymetli yardımlarını ve teşviklerini esirgemeyen Sayın hocam Prof. Dr. Mehmet Hakan AKYILDIZ'ı sonsuz minnet ve rahmetle anmayı borç bilirim.

Tez jürimde bulunan ve hiçbir konuda yardımlarını benden esirgemeyen değerli hocalarım Doç. Dr. Suat ALTUN ve Dr. Öğr. Üyesi Önder TOR'a tüm ilgi ve alakalarından dolayı teşekkür eder, meslek hayatları boyunca başarılarının devamını temenni ederim.

Yüksek lisans çalışmama destek olarak maddi ve manevi katkıları bulunan mensubu olmaktan dolayı her zaman mutluluk duyduğum Çamsan Poyraz A. Ş Yönetim Kuruluna, Üst kademe yöneticilerine ve tüm mesai arkadaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Tezimin hazırlanması sırasında önemli ölçüde desteklerini gördüğüm Araştırma Görevlisi Sayın İlkay ATAR'a, Çamsan Poyraz A.Ş. Fabrika Müdürü Sayın Mehmet EREL'e, Kaplama Parke Üretim Müdür Yardımcısı Sayın Emre BEŞİKÇİ'ye, Kalite Kontrol Müdür Yardımcısı Sayın Selman BAYRAKTAR'a, Kalite Kontrol Şefi Sayın Semih MURATALDI'ya, Parke Üretim Mühendisi Sayın Ergin KARAGÖL'e, Kimya ve Emprenye Tesisleri Üretim Mühendisi Sayın Taner ÖZ'e çok teşekkür ederim.

Son olarak her zaman yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen değerli eşim Emine ÖNEM'e varlığıyla yaşamımıza anlam katan canım kızım Beril Hifa ÖNEM'e ayrıca desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, üzerimde çok büyük emeğe sahip babam Muammer ÖNEM ve Annem Sunay ÖNEM'e sonsuz teşekkür ederim.

Bu çalışmanın, ilgili bütün sektörlere faydalı bir referans olmasını temenni ederim.

Bulut ÖNEM
Kastamonu, Haziran 2018

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Hammadde odun sahası	15
Şekil 1.2. Yongalama makinesinden elde edilen yongalar	18
Şekil 1.3. Yongaların depolandığı silolar.....	20
Şekil 1.4. Sarsıntılı yonga eleğinin şematik görünüşü	21
Şekil 1.5. Tutkalların depolandığı silolar	24
Şekil 1.6. Kurutma hattının sonlandığı ve liflerin toplandığı siklonlar	26
Şekil 1.7. Rulolu ön pres	28
Şekil 1.8. Yongalama hattı ve mdf kenar çıtalaları.....	35
Şekil 1.9. Lif levhaların klimatizasyon işlemi	36
Şekil 1.10. Levhaların depolandığı alanlar	38
Şekil 1.11. Emrenye tesisi genel görünüşü	43
Şekil 1.12. Ham kağıt bobininin üretim hattına verilmesi	44
Şekil 1.13. Dekor kağıtlarının levha yüzeyine kaplama iş akış şeması	49
Şekil 1.14. Melamin kaplama tesisi kalite seçim istasyonu ve yıldız soğutma kolları genel görünüşü	51
Şekil 3.1. Deneme parçalarından deney numunelerinin kesilme planı	65
Şekil 3.2. Yoğunluk test düzeneği	68
Şekil 3.3. 24 Saat suda kalınlığına şişme ve su emme test cihazı.....	71
Şekil 3.4. Eğilme direnci test düzeneği	73
Şekil 3.5. Yüzeğe dik yönde çekme direnci testi	75

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. MDF üretiminde kullanılan hammaddelerin fiziksel ve mekanik özellikleri	6
Çizelge 1.2. MDF 'ye ait fiziksel ve mekanik özellikler	9
Çizelge 1.3. MDF üretiminde kullanılan bazı ağaç türleri ve bu ağaç türlerinin lif uzunlukları	16
Çizelge 3.1. MDF üretiminde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri.....	58
Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan numunelerin üretimi sırasındaki çalışma değerleri	60
Çizelge 3.3. Numune levhalarının hammadde karışım oranları.....	61
Çizelge 3.4. Çalışma levhalarının üretim şartları ve hazırlanışı	61
Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan dekor kağıtlarının emprenye üretim şartları.....	62
Çizelge 3.6. Dekor kağıtlarının emprenye işleminde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri	63
Çizelge 3.7. Levhaların kaplanması esnasındaki üretim koşulları.....	64
Çizelge 3.8. Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için deney numunelerinin seçimi ..	66
Çizelge 3.9. Deneme levhalarında yapılacak deneylerin adları, numune boyutları, adetleri ve uygulanan standart numaraları	66
Çizelge 4.1. Pres kütle sıcaklık farkının düzlemden sapma değerleri üzerine etkisi .	76
Çizelge 4.2. Düzlemden sapma değeri üzerine sıcaklık farkı etkisinin varyans analizi sonuçları.....	77
Çizelge 4.3. Parafin miktarının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi.....	78
Çizelge 4.4. Kağıt gramajının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi	79
Çizelge 4.5. Farklı desen sacının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi	80
Çizelge 4.6. Farklı melamin kaplama tesisinin düzlemden sapma değeri üzerine etkisi	81
Çizelge 4.7. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının suda kalınlığına şişme üzerine etkisi	82
Çizelge 4.8 Parafin miktarı, desen sacı ve farklı üretim tesisinin suda kalınlığına şişme üzerine etkisi	82
Çizelge 4.10. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin su emme değeri üzerine etkisi	84
Çizelge 4.11. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının levha yoğunluğu üzerine etkisi	85
Çizelge 4.12. Prafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin levha yoğunluğu üzerine etkisi	86
Çizelge 4.13. Parafin miktarındaki değişiminin levha yoğunluğu üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.	86

Çizelge 4.14. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının levha rutubeti üzerine etkisi .	87
Çizelge 4.15. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin levha rutubeti üzerine etkisi	88
Çizelge 4.16. Parafin miktarındaki değişimin levha rutubeti üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları	88
Çizelge 4.17. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının çekme direnci üzerine etkisi .	89
Çizelge 4.18. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin çekme direnci üzerine etkisi	90
Çizelge 4.19. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının eğilme direnci üzerine etkisi	91
Çizelge 4.20. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin eğilme direnci üzerine etkisi	92
Çizelge 4.21. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi	93
Çizelge 4.22. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi.....	94

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

σ_b	Eğilme Direnci
$\sigma_c//$	Liflere Paralel Basınç Direnci
α	Genişleme
β	Daralma
ANOVA	Tek yönlü varyans testi
D0	Tam Kuru Yoğunluk
Dm	Hava Kuru Yoğunluk
DP	Polimerizasyon Derecesi
FF	Fenol Formaldehit
HDF	Yüksek Yoğunlukta MDF
DRM	Denge Rutubet Miktarı
HPL	Yüksek Basınç Laminatı
İYA	İğne Yapraklı Ağaç
MFC	Melamin Kaplı Yonqalevha
KM	Katı Madde Miktarı
LDN	Lif Doygunluğu Noktası
LMDF	Hafif-Düşük Yoğunlukta MDF
LPL	Düşük Basınç Laminatı
Max.	Maksimum değer
MDF	Orta Yoğunlukta Lif Levha
Mm	Milimetre
Min.	Minumum değer
MF	Melamin Formaldehit
MOE	Elastikiyet Modülü
MUF	Melamin Üre Formaldehit
M ¹	İlk Ağırlık
Ms	Son Ağırlık
PBP	Baskı Kağıdı
PE	Polietilen
PF	Fenol Formaldehit
PMDI	Polimaik difenolmetan
PRF	Fenol Resorsinol Formaldehit
PUR	Poliüretan
PVAc	Polivinilasetat
PŞK	Paralel Şerit kereste
Ra	Profilin Ortalama Sapması
Ry	Maksimum Pürüzlülük
Rz	Ortalama Yükseklik
S MDF	Normal MDF
TS	Türk Standardı
UF	Üre Formaldehit
UV	Ultraviyole (morötesi)
YA	Yapraklı Ağaç
ULMDF	Çok Hafif MDF
LSD	En Küçük Önemli Fark

1. GİRİŞ

Tarih boyunca endüstriyel gelişmelere paralel olarak ihtiyaçlar doğrultusunda ağaç malzeme kullanımı artmıştır. Toplumların gereksinimleri düşünülerek orman ürünleri alanında teknolojik değişimler, hammadde kullanımı ve maliyet boyutları değerlendirilerek çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Tasarım aşamasında olan çalışmaların uygulama sahasına girdiğinde en verimli şekilde üretime kazandırılması planlanmıştır. Aynı zamanda ilerleyen sektör bazlı çevresel faktörler ve iş güvenliği konuları detaylı düzeyde ele alınmaktadır. Özellikle yonga levha ve lif levha sektörlerinde faaliyet gösteren kuruluşların çoğunda TSE kalite yeterlilik belgesi ve TSE uygunluk belgelerini almış olup üretimlerinde standartları takip etmektedir. Ayrıca bazıları ISO 9001 kalite yönetim sistemi, ISO 14000 çevre yönetim sistemi, OHSAS 18001 iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi ve SA 8000 sosyal sorumluluk belgelerine sahiptir. Bunların haricinde Avrupa Birliği tam üyelik sürecinde mobilya sektörüne ilişkin mevzuat ve standart uyumlaştırılması ülkemizin öncelikleri içinde yer almaktadır. Sektörel anlamda en önemli girdi hammadde kaynaklarıdır. Ülkemizin 207.630 km² si orman sahasıdır. Bunun verimli orman niteliğindeki 100.270 km² lik kısmından her yıl ortalama 10 milyon m³ endüstriyel odun üretimi sağlanmaktadır.

Orman ürünleri sektörünün genelinde yeni kapasite oluşumu amacıyla gelecekte planlanmış yatırımlara ilişkin yeterli ve detaylı bilgi bulunmamaktadır. Ancak, özellikle kereste, parke ve Kaplama sektörlerinde gitgide zorlaşan rekabetli piyasa koşulları, küçük ölçekli tesislerin fabrika tipi üretime geçmeleri için son teknoloji içeren yatırımlara yönelmelerini zorunlu kılmaktadır. Bu durum toplam kurulu işletme sayısında azalma (kapanma veya birleşme nedeniyle), orta ölçekli ve modern teknolojiyle imalat yapan ihracata yönelik yatırımlarda artış ve kurumsal bir dönüşüm olarak ortaya çıkmaktadır. Bu dönüşüm yatırımları süreci öz kaynakların ve teşviklerin yetersizliği, kredi maliyetlerinin pahalılığı nedenleri ile yapılamamakta ya da yavaş seyretmektedir. Orman ürünleri sanayisi; odun hammaddesini bükme, yarma, kesme, soyma, biçme, yongalama, liflendirme, yapıştırma, presleme, buharlama, kurutma, emprenyeleme vb. işlemlerle değiştirmek suretiyle yarı mamul veya son ürün üreten ayrıca orman ağaç ve diğer bitkilerden elde edilen ürünleri

işleyerek uygun diğer sanayi dallarına hammadde üreten ve gerektiğinde birbirinin mamullerini hammadde olarak kullanabilen entegre özellikte bir endüstriyel daldır.

Orman ürünleri sanayisi üç ana grup altında sınıflandırılabilir.

1-Birincil imalat sanayi

- Kereste endüstrisi,
- Levha endüstrisi (kaplama, kontrplak, kontrtabla, yonga levha, lif levha vb.),
- Kağıt hamuru ve kağıt endüstrisi

2-İkincil imalat sanayi

- Birincil imalat sanayisinin mamul ve yarı mamullerini hammadde olarak kullanan parke, MDFLAM, Panel levha, doğrama, mobilya, prefabrik ev üretimi vb.

3-Diğer orman ürünleri sanayi

- Müzik aletleri, ayakkabı kalıbı, ahşap oyuncak, ahşap torna ürünleri, kalem sanayi vb.

Masif ağaç malzemenin yapısı, özellikleri, geniş yüzey gerektiren kullanım yerlerinde yetersiz kalması ve finansal nedenlerden dolayı odun hammaddesinden teknik yollarla yonga levha, lif levha kontrplak, kontrtabla türünde panel levhalar üretilmektedir. Türkiye’de yonga levha ve lif levha endüstrisinin kuruluşu 1950’li yıllara dayanmaktadır. Özellikle kentleşme çalışmalarında geniş boyutlu, kullanımı kolay malzemeye duyulan ihtiyaç nedeniyle yonga levha ve lif levha sektörleri hızla gelişme göstermiştir. Üretim için gereken hammadde temini ve ürünlerin pazarlanmasına bağlı olarak temas kurulan sektörler ilişki yoğunluklarına göre; mobilya sektörü, tutkal ve kimyasal madde üretim sektörü, kereste fabrikaları ve marangoz hatları, kağıt sektörü, inşaat sektörü, dekorasyon, odun tüccarları, petrol ürünleri satıcıları, otomotiv sektörü, enerji, profil üreticileri, orman-köy

kooperatifleri, çimento üretim sektörü, metal sanayii, boya, cila, izolasyon gereçleri, cam ve benzeri gereçler, kapı, pencere doğramaları ve maden, aksamaları olarak sıralanmaktadır.

MDF ürünleri en fazla formaldehit açığa çıkaran mamullerdir. . Yapılan deneylerde formaldehit ve uçucu organik bileşiklerin MDF'den yapılan ofis mobilyalarından uzun süre yayılabildiği belirlenmiştir. Mobilyalardan ortalama formaldehit yayılımı, ortam sıcaklığı ve bağıl nemin yükselmesi ile artış göstermektedir. Formaldehitin insanlara etkisi değişkenlik gösterebilmektedir. Bazı insanlar fazla rahatsızlık duymazken, bazılarının ise düşük oranda formaldehitten bile ciddi biçimde etkilenmesi söz konusu olabilmektedir. Ayrıca, formaldehitin sadece kendisi ya da diğer kimyasallarla hazırlanan bileşikleri mobilya imalatında; boyalarda ve kaplamalarda koruyucu olarak, döşemeler ve perdeler kalıcı şekil verilmesi amacıyla zank ve yapıştırıcıların bileşeni olarak kullanılmaktadır. Konutlarda tipik formaldehit kaynakları üre formaldehit tutkalı ile üretilen levha ürünleridir (Aksakal vd. 2005).

Bu çalışmadaki amaç; mobilya sektöründe yarı mamul olarak kullanılan MDFLAM ürünlerinde düzlemden sapma probleminin çözüme kavuşturulmasıdır. MDFLAM üretimi melamin kaplama presinde ham MDF nin yüzeyine reçine emdirilmiş kağıtların kaplanması ile yapılmaktadır. Müşteri talebi ve kullanım yeri özelliğine bağlı olarak bu üretimler levhanın her iki yüzününün veya tek bir yüzününün kaplanması ile gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmaya konu olan MDFLAM'ların tek bir yüzü kaplanmıştır. Bir yüzü kaplı diğer yüzü çıplak olan MDFLAM'larda sıklıkla görülen levhanın düzlemden sapma (dönme) eğilimi göstermesidir. Son kullanıcı müşterinin levhanın çıplak olan yüzeyine PVC kaplayarak mobilya sektöründe dekoratif mutfak ve banyo dolapları imalatında kullanacağı levhaların düzgünlüğünden sapmaması istenmektedir. Bu çalışmada MDF, melamin kaplama ve emprenye tesislerindeki üretim aşamalarında yapılan testler ile bu soruna çözüm araştırılmıştır.

1.1. Genel Bilgiler

1.1.1. Lif Levhanın Tarihçesi

Odun kökenli levha ürünlerinden, lif levhanın üretimi ve kullanımı M.Ö.6.yüzyıla kadar dayanmaktadır. 1901 yılında ABD'nin Minnesota eyaletinde binalarda ısı yalıtımı amacıyla lif levha üretilmiştir. 1931 yılında İsveçli mühendis Asplund odun yongalarının basınç uygulayarak sürekli liflendirme yöntemini geliştirmiştir.

1.1.2. Lif Levhanın Tanımı ve Sınıflandırılması

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

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

1.1.2.1. Yoğunluklarına Göre Lif Levhalar

- Düşük yoğunlukta lif levhalar-izolasyon amaçlı lif levhalar (LDF –Light Density Fiberboard): 0,35 gr/cm³ 'den daha düşük yoğunlukta lif levhalar.
- Orta yoğunlukta lif levhalar (MDF Medium Density Fiberboard) 0,35-0,80 gr/cm³ yoğunluğundaki lif levhalar.
- Yüksek yoğunlukta lif levhalar-sert lif levhalar (HDF –High Density Fiberboard) 0,80-1,1 gr/cm³ arasında yoğunluğa sahip sert lif levhalar

1.1.3. MDF'nin Özellikleri

- Doğal odun özelliğinde ve yapısı daha homojendir.
- Levha yüzeyleri yüzey işlemlerine uygun olup lake boya, PVC kaplama, zımparalayarak astarlık atılması gibi işlemlerde avantaj sağlamaktadır.
- MDF'ler liflendirme işlemine tabi tutularak üretildiğinde yonga levha ve diğer panel levhalara kıyasla kalitesi daha düşük odunlardan üretilebilmektedir.
- Rutubete karşı dayanıklı, çivi ve vida tutma kabiliyeti iyi, kesilmesi kolaydır.
- Fiziksel özellikleri yükseklik göstermektedir.
- Levhanın mukavemet özelliği her yönde aynı olduğundan doğal oduna oranla daha geniş kullanım imkânı sağlar.
- Malzeme boyutu daha büyüktür (Eroğlu 1988).

1.1.3.1. MDF'nin Türleri ve Kullanım Alanları

a. İnce MDF: 1.8-2.5 mm kalınlıklardaki bu levhalar ince kontrplağa alternatif olarak üretilmiştir. Genelde kullanılma yerleri; kabin ve mobilya arkalıkları, çekmece altlıkları, kapı yüzeyleri, sergi paneli, üzerine delikler açılmak sureti ile dekoratif paneller ve kolayca bükülebildiklerinden dolayı form verilebilme özelliği avantajı ile eğik yüzeylerin oluşturulmasında kullanılır.

b. Kalın MDF: 45-60 mm kalınlıklarda üretilen bu levhaların en fazla kullanım alanı bulunduğu yerler binalarda sütun, giriş, plaster ve kemer gibi mimaride dekoratif amaçlarla değerlendirilmesidir. Bunun dışında, ağır döşeme ve raf, merdiven basamağı, çalışma tezgâhı, bahçe mobilyası, park ve piknik malzemeleri ve bank oturaklarıdır.

c. Rutubete dayanıklı MDF: Bu tür levhalar rutubete dayanıklı tutkallarla (fenol-formaldehit vb.) üretilmiş ve ayrıca şişmeyi önlemek amacı ile katkı maddeleri (parafin) ilave edilmiştir. Kapalı ortamlarda % 80 bağıl neme kadar kullanılabilir. Bu levhalar, döşeme, pencere, merdiven, banyo ve mutfak mobilyası, merdiven ve mimari kalıp ürünlerde kullanılır.

d. Yangına dayanıklı MDF: Standart tip MDF'ler, üretimden sonra yüzeylerine alev almayı geciktiren kimyasal maddeler sürme ya da levhaların bazı tuzlarla emprenye işlemine tabi tutularak yanmaya karşı dayanıklı hale getirilirler. Bu levhalar, sergi pano malzemeleri, duvar ve pano kaplamaları, ofis bölme sistemleri, gemilerde kabin ve bölme elamanları ile binalara bitişik yapılan ekipmanlarda kullanılır (Eroğlu ve Usta, 2000).

MDF üretiminde kullanılan hammaddelerin fiziksel ve mekanik özelliklerine ait bilgiler Çizelge 1.1'de verilmiştir.

Odun lifi	% 82
UF tutkalı	% 10 – 11
Parafin (wax)	% 0,5–1
Rutubet	% 6–8
Kalınlık	2–30 mm
Yoğunluk	650 – 800 kg/m ³
Eğilme direnci	20 – 40 N/mm ²
Elastikiyet modülü	2000–2200 N/mm ²
Levha yüzeyine dik yönde çekme direnci	0,70 N/mm ²
Boyuna Yönde Genişleme	% 0,2–0,3
Boyuna Yönde Daralma	% 0,4

Çizelge 1.1. MDF üretiminde kullanılan hammaddelerin fiziksel ve mekanik özellikleri (Eroğlu 1988)

1.1.4. Üretim Yöntemine Göre Lif Levhalar

Üretim yöntemlerine göre lif levhalar 3'e ayrılmaktadır (Eroğlu 1988).

- Yaş yöntem
- Yarı kuru yöntem
- Kuru yöntem

1.1.4.1. Yaş Yöntemle Lif Levha Üretimi

Bu yöntemde % 1-2 konsantrasyondaki lif süspansiyonu olan formasyon ortamı sulu lif süspansiyonu halinde bir elek üzerine verilmektedir. Belirli oranda düzenli lif dağılımı sağlayarak lif keçesi haline getirilmektedir.

Bu yöntemde levha taslağı rutubetinin % 100 den fazla olması diğer yöntemleri nazaran en önemli farklılıktır. Liflerin topaklanmadan uniform ve homojen bir levha taslağı oluşturmak çok önemlidir. Bu yöntemde orta lameldeki lignin birleştirici vazife yapmaktadır. Levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini artırmak amacıyla kuruyan yağlar ve % 1-3 oranında sentetik tutkal olan fenol-formaldehit kullanılabilir.

Levhanın rutubete karşı korunması için % 1-2 oranında parafin (vaks) kullanırken isteğe göre yüzeylerine % 6-12 oranında sertleşen yağlarla Emprenye muamele edilerek, Yüksek sertlikte lif levha üretilmektedir. Yöntemleri birbirinden ayıran en önemli nokta levha taslağının (pasta) oluşumu esnasındaki liflerin rutubet oranlarıdır. Lif levhalar bu rutubetlerde elde edilen liflerin keçeleşme kabiliyetlerinden elde edilir (Eroğlu ve Usta, 2000).

1.1.4.2. Yarı Kuru Yöntemle Lif Levha Üretimi

Bu yöntem ile üretimde levha taslağının rutubeti %12 – 45 oranında uygulanmakta, taslağın oluşturulmasında sulu ortamdan yararlanılmayıp pnömatik veya mekanik araçlarla serme işlemi yapılır. Sentetik maddeler orta lameldeki ligninin yerine yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır (Eroğlu ve Usta, 2000).

1.1.4.3. Kuru Yöntemle Lif Levha Üretimi

Bu yöntemde lif nem oranı % 5-10 arasında çalışılmaktadır. Elde edilen liflerin rutubetinin uzaklaştırılması amacıyla ayrıca kurutmaya tabii tutulur. Levha taslağının oluşturulması mekanik veya havalı serme işlemi yapılarak liflerin kurutulması yoluyla yapılır. % 8–11 oranındaki tutkal karışımından meydana gelen levha taslağı sıcak preslenmesi sonucu lif levha üretilmiş olur. Yalıtım ve izolasyon amacıyla üretilen lif levhalara suya karşı dayanıklılık göstermesi ve mekanik mukavemet kazandırmak için reçine, parafin veya bir kömür katranı ürünü olan kumaran reçinesiyle tutkalanır. Levha dış ortamda kullanılacaksa asfalt veya asfalt emülsiyonları takviyesi yapılır.

Orta sert lif levhaların üretimi yaş ve kuru yöntemlerin her ikisi ilede yapılabilmektedir. Orta sert levhaların yaş yöntem ile üretiminde tek tabakalı % 1-3 oranında yapıştırıcı madde kullanılır. Bu levhaların özgül ağırlıkları 400-800 kg/m³ arasında gelmektedir. Daha çok yonga levha teknolojisine benzer biçimde üretilen kuru yöntem orta sert lif levhaları tek veya çok tabakalı olabilir. Üst ve alt tabakalarda ince lifler yüzey düzgünlüğünü ve sertliğini sağlamak amacıyla kullanılırken orta tabakada daha kaba lifler yer alır. Selüloz, hemiselüloz ve ligninin oluşturduğu doğal bağlar bulunmadığından % 8-11 oranında yapıştırıcı madde kullanılır. Yapıştırıcı madde olarak genellikle üre formaldehit tutkalı kullanılır. Levha özgül ağırlıkları 600-850 kg/m³ seviyelerinde levha kalınlığı ise 1.5-40 mm hatta yeni teknolojilerle birlikte 60 mm'e kadar üretim yapılabilmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Özellikler	Birim	MDF
Levha Kalınlığı	mm	18
Yoğunluk	g/cm ³	0.760
Rutubet Oranı	%	7.2
Kalınlığına Şişme (%) 2 saat	%	1.45
24 saat	%	6,71
Su Emme (%) 2 saat	%	3.86
24 saat	%	15.9
Eğilme Direnci	N/mm ²	30.21
Eğilmede Elastikiyet Modülü	N/mm ²	3078.62
Levha Yüzeyine Dik Çekme Direnci	N/mm ²	0.83
Levha Yüzeyine Paralel Yönde Çekme Direnci	N/mm ²	13.17
Levha Yüzeyine Dik Yönde Janka Sertlik Değeri	N/mm ²	52.48
Yüzey Emiciliği (Akma Uzunluğu)	mm	235

Çizelge 1.2. MDF 'ye ait fiziksel ve mekanik özellikler (Ayrılmış, 2000).

1.1.5. Dünyada MDF Üretiminin Tarihçesi ve Gelişimi

MDF (Orta yoğunluklu lif levha), odun veya lignoselülozik kökenli levha ürünleri; yonga levha, kontrplak, kontratabla, lamine levha teknolojilerinden daha sonraları meydana gelen fabrikasyon levha ürünü olup, özellikle 1960'lı yılların ikinci yarısından itibaren başta Amerika olmak üzere bir çok kıta ve ülkede sanayiye yerleşmeye başlamıştır. Avrupa'nın Almanya, İngiltere, Fransa gibi ülkelerinde her geçen gün artan bir ivmeyle üretilmeye başlamıştır. MDF fabrikalarının Dünya'daki ilk örneği 1965 yılında New York, Deposit'te kurulmuştur. 1973 yılından başlayarak birçok Avrupa ülkesinde de MDF üretimine geçilmiştir. (Suchland ve Woodson 1991). Dünya'da MDF üretimi hızlı bir şekilde artarak özellikle yüzyılın son çeyreğinden itibaren yıllık artış oranı yonga levhayı geride bırakmıştır. MDF'nin hızla ilerlemesine etken olan en önemli sebepler; hammadde talebinin yonga levhadan daha geniş sınırlar içinde olması, masif ağaç malzeme özelliklerine yakınlık derecesi düşünüldüğünde işlenebilmesinden dolayı başta mobilya endüstrisi olmak üzere birçok kullanım alanında yonga levha ve kontrplak yerine daha fazla tercih edilmesi, mekanik ve fiziksel özelliklerinin ihtiyaç duyulan ve beklenen değerlerin üzerinde olmasıdır. (Suchland ve Woodson 1991).

1.1.6. Türkiyede MDF Üretiminin Tarihçesi ve Genel Durumu

MDF 1980'li yıllarda Dünyanın bir çok ülkesinde yaygın şekilde üretilirken ülkemizde ilk MDF fabrikasının kuruluşu 1985 yılında kısa adı Çamsan olan özel bir Şirket tarafından 62.000 m³/yıl kapasite ile Ordu ilimizde kurulmuştur. Ülkemiz MDF üretiminde Avrupa'da 1.Dünya'da ise 2.sırada yer almaktadır.

1.1.7. MDF Üretim Teknolojisi

MDF'nin keşfi 1966 yılında New York'taki Allied Chemical Corporation tarafından yapılmıştır. Yonga levha ve yaş yöntemle lif levha üretim teknolojilerinin entegrasyonu sonucu ortaya çıkmıştır. Yaş yöntemle MDF üretmek maliyet açısından fazla ve zor bir sistemden oluşuyor olmasının yanı sıra levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerinin artırılması ve her türlü lif içeren hammaddelerin kullanımına olanak vermesi sonucu kuru yöntemle MDF üretimine geçilmiştir.

Günümüzde kuru yöntemle MDF üretimi aşağıdaki iş akış şemasına göre yapılmaktadır. Bu yöntemde nem oranı % 5-10 arasındadır. Elde edilen liflerin rutubetinin uzaklaştırılması için özel olarak kurutmaya tabii tutulur. Kurutulan lifler mekanik ve havalı serme yapılarak, levha taslağı oluşturulur. % 9 – 11 oranındaki tutkal karışımından meydana gelen levha taslağının sıcak preslemesi sonucu levha elde edilir (Eroğlu ve Usta, 2000).

- Hammadde
- Kabuk soyma
- Yongalama
- Yongaların depolanması
- Yongaların elenmesi
- Yongaların yıkanması

- Liflendirme
- Liflerin tutkalllanması
- Liflerin kurutulması
- Serme
- Presleme
- Levhaların klimatize edilmesi
- Ebatlandırma
- Zımparalama
- Depolama

1.1.7.1. MDF Endüstrisinde Kullanılan Hammaddeler

Lif levha endüstrisinin en önemli hammaddesi odundur. Özellikle kereste fabrikası artıkları, ormandan aralama, gençleştirme ve bakım kesimleri sonucu elde edilen 4 cm çapına kadar olan ince ve yuvarlak odunlar kullanılmaktadır. Kereste endüstrisinde verim % 60 kabul edilmekle birlikte geri kalan % 40'ı lif levha endüstrisinde kullanılabilir. Biçme işleminden artık olarak çıkan kapak tahtaları, uç kısımları, çıtalar ekonomik ve uygun bir hammadde kaynağı oluşturmaktadır. Çünkü bilhassa ibreli ağaçlarda gövdenin dış kısmında yıllık halka içindeki yaz odunu kısmı daha fazla olduğundan özgül ağırlık artış göstermekte dolayısıyla lif verimi daha fazla olmaktadır (Berkel 1955; Göker 1984)

1.1.7.1.1. Odun veya Lignoselülozik Maddeler

MDF üretiminde kullanılan ağaç türleri içinde çok sayıda tercih edilebilecek cinsten ağaç bulunmaktadır. MDF üretiminde yıllık bitkilerden yararlanılarak proseste

kullanılmaları görülmüştür. Bu yıllık bitkiler; buğday sapları, şeker kamışları türlerinde uygun lif uzunluğuna sahip olmalıdır. MDF üretiminde odun kalitesi gövde, düzgün liflilik, boy, çap, budak gibi özellikleri yonga levha ya da diğer panel levha üretimlerinde nazaran daha az önemlidir. YA ile İYA' ağaçların bir çoğu değerlendirilmektedir.

MDF üretiminde odun hammaddesinin orta yoğunlukta, fazla budak içermeyen reçine ve tanen gibi ekstraktif madde oranı az olan, pH değeri 4 – 5 değerlerinde, rutubet oranı % 40 – 60 olan, kabuk oranı % 15 – 20 geçmeyen kısmen mantarlaşmaya başlamış her türlü odun kullanılabilir. TS 1351 (1974)' e göre lif levha üretiminde kabuk ve budak konusunda sınırlama yok iken budaklar yongalama makinesinin bıçaklarını kısa zamanda köreltmekte ve kapasitesinin azalmasına sebep olmaktadır. Kabuk oranı % 20'yi geçmesi durumunda levhanın fiziksel ve mekanik özelliklerini, yüzey görünümünü ve kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir. Tutkal tüketimi artarken taş parçacıkları, kum taneleri veya diğer yabancı maddeler lifleme segmentlerini aşındırmakta ve pişirme kazanında ciddi ölçüde hacim oluşturarak ısı ve buhar enerjisi kayıplarına neden olmaktadır. Kabukları soyulmuş odun kullanılmasının nedeni fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek kaliteli MDF üretimi hedeflendiğindedir (Eroğlu 1998).

MDF üretiminde odunun yoğunluğu $0,35 - 0,75 \text{ gr/cm}^3$ ve pH derecesi 4,5–6 arasında olan ağaç türleri tercih edilmektedir. Asidik özelliği yüksek olan kestane ağacı yongaları pişirme kazanına pH değeri biraz daha yüksek olan kayın ağacı, kavak ağacı yongaları ile birlikte verilmemelidir. Pişirme süreleri farklı olacağından dolayısı ile liflerin pH değeri de farklı olacaktır. Bu farklılık özellikle sıcak presleme sırasında problemlerin oluşmasına neden olmaktadır. En doğru olan ise birbirlerine yakın ağaç türlerinin kullanılmasıdır.

Lif levha endüstrisinde kullanılan odunların lif boyutları liflerin keçeleşmesi yeteneği açısından büyük önem arz etmektedir. YA lif boyu 0,8 – 2 mm hücrelere sahipken, İYA 3 – 7 mm lif uzunluğunda oluşmaktadır. Lif levha endüstrisinde uzun lifli odunlar kısa lifli odunlardan daha fazla tercih edilir. Bilindiği gibi lif levha üretiminde keçeleşmenin iyi olması için daha çok iğne yapraklı ağaçlar (%70 İYA +

%30 YA) tercih edilmektedir. Bu karışımdan üretilen levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek olmaktadır. MDF üretimi esnasında kuru yöntem ile üretimde tutkal olarak termoset tutkallar kullanılmakta, böylece kısa liflere sahip yapraklı ağaçlarda büyük oranda proseste değerlendirilmektedir (Eroğlu 1988).

1.1.7.1.2. Lif Odunu Hakkında Genel Bilgiler

Herhangi bir ağacın liflendirilmesinde verimini etkileyen faktörler;

- Ağaç türü,
- Yetiştirme yerinin coğrafi konumu,
- Yetiştirmeye etkisi bulunan meşcere koşulları (toprak, yükselti ve iklim),
- Meşcere tipi (bakir orman, kuru, dikim veya sürgünden yetiştirme),
- Tomruğun ağacın hangi kısmından kesildiği (gövde, kütük, tepe, dal),
- Odunun durumu (çürüklük, mantar, diğer zararlılara maruz kalması veya yangın etkisinde kalmış olması),
- Hammadde cinsi (kabuklu, kabuksuz, yuvarlak, kapak odunu veya yarma odun, budaklı tomruk veya endüstri atığı gibi),
- Normal olmayan oluşumlar (lif kıvrıklığı, reaksiyon odunu v.b) (Tank 1980).

Yongalama esnasında enerji sarfiyatını ve makine bıçaklarının körelmesini en aza indirmek için %40 üzerindeki rutubette çalışılmalıdır. Odunun rutubet oranı LDN altında olmamalıdır. Kuru odunların yongalanmasında toz miktarının artması ile elek artışı da artarak odun sarfiyatını artırmaktadır. Buna bağlı olarak lif kalitesinin değeri düştüğünden enerji tüketimini de artırmaktadır.

1.1.7.2. Hammadde

MDF üretiminde hammadde olarak odun veya lignoselulozik lifli maddeler ve kimyasal maddeler (tutkal+sertleştirici+parafin+özel kimyasallar) kullanılır. MDF’de en önemli hammaddeyi odun oluşturur. Kuru yöntemle üretilen MDF’nin % ‘lik oluşumu şu şekildedir;

- % 80 – 90 odun ve diğer lignoselulozik maddeler
- % 10-13 kimyasallar.
- % 7-10 arasında rutubet içeriğinden oluşur.

MDF üretimi orta yoğunlukta odunların kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. Reçine ve tanen gibi ekstraktif madde oranı fazla olmayan olmayan, 4–5 arası pH değerine sahip, % 40 rutubette, çok fazla budak bulundurmayan, dış kabuk oranı % 15–20’yi aşmayan, mantarlaşmanın kısmen başlamış özellikte olduğu her türlü hammadde kullanılabilir. TS 1351 (1974)’ e göre lif levha üretiminde kabuk ve budak konusunda kısıtlama bulunmamaktadır. Ancak budaklar yongalama makinesininin bıçaklarının ömrünü azaltmakta ve dolayısı ile yonga besleme kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Kabuk oranı % 20 yi geçmesi durumunda levhanın fiziksel ve mekaniksel özellikleri, kalitesi ve yüzey görünümü olumsuz yönde etkilenmektedir.

MDF üretiminde lif-yonga odunu temini şu şekilde yapılmaktadır. Aralama ve gençleştirme kesimlerinden elde edilen odunlar, kereste endüstrisi artıkları, yakacak odunlar, soyma kaplama artık silindiri (çekirdek odun), kesme kaplama artık tahtası, soyma ve kesme artık kaplamaları, testere, freze ve planya talaşı, odun işleyen fabrikaların odunsu artıkları ve levha üretimi için yeterli lif uzunluğuna sahip bitkisel artıklar kullanılabilir. 6 cm ile 40 cm arasında yuvarlak odunlar, boylarının ise 2 m. den daha kısa olması yongalama işleminin daha verimli ve işlevsel yapılabilmesi için beklenen özelliklerdendir. Orman kaynaklarının yetersiz olduğu bölgelerde şeker kamışı, keten sapsarı, tahıl sapsarı, ayçiçeği sapsarı vb. yıllık bitkiler hammadde olarak değerlendirilmektedir. Sunds Defibrator firması dünyada MDF

üretimi yapan fabrikaların % 7'sinin yıllık bitkiler kullandığını yaptığı bir araştırmada belirlemiştir (Eroğlu ve Usta, 2000). Şekil 1.1'de hammadde odun sahası gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Hammadde odun sahası

YA lif uzunlukları ortalaması 0,8-2 mm iken bu durum iğne yapraklı ağaçlarda 3-7 mm arasındadır. Lif levha endüstrisinde lif kalitesi, proses koşulları, üretim yöntemleri, serme ve pres hattı özellikleri, levha fiziksel ve mekaniksel özellikleri gibi hususlar göz önünde bulundurulduğunda uzun lifli odunlar kısa lifli odunlardan daha fazla tercih edilir. Yapraklı ağaçlarda 0.30-0.65 görülen hacim-yoğunluk değeri İYA ağaçlarda 0.32-0.45 g/cm³ arasında değişir. Fabrika sahasındaki hammadde istifinin büyüklüğü hammaddenin şekline, rutubet miktarına ve doğal havalandırma durumuna göre değişir. Genel bir ifadeyle, kapak ve yan tahtaları gibi endüstriden gelen artıklar yuvarlak cins odunlardan daha küçük istifleme gerektirir (Eroğlu ve Usta, 2000). Çizelge 1.2'de MDF üretiminde kullanılan bazı ağaç türleri ve bu ağaç türlerinin lif uzunlukları verilmiştir.

Ağaç Türü	Lif Uzunlukları (mm)
Kök nar	3,4 – 4,6
Akça ağaç	0,67 – 1,08
Huş	0,34 – 1,7
Kayın	0,5 – 1,7
Ladin	1,3 – 4,3
Çam	1,8 – 4,5
Kavak	0,3 – 2
Meşe	0,28 – 1,6
İhlamur	0,5 – 1,4

Çizelge 1.3. MDF üretiminde kullanılan bazı ağaç türleri ve bu ağaç türlerinin lif uzunlukları
(Tank 1980)

Daha öncede değinildiği üzere lif levha üretiminde keçeleşmenin iyi olması amacı ile iğne yapraklı ağaçlar (% 70 İYA + % 30 YA) tercih edilmektedir. Bu oranda bir karışımdan elde edilen levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri yüksek çıkmaktadır. . Kuru yöntemle MDF üretimi esnasında tutkal olarak sıcaklıkla sertleşen (termosetting) tutkallar kullanılmakta, bu şekilde kısa liflere sahip yapraklı ağaçlarda büyük ölçüde üretimde değerlendirilmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

Lif levha endüstrisinde odun hammaddesinin önemi çok büyüktür. Enerji sarfiyatını en aza indirmek, düzgün yüzeylere sahip kaliteli yongalar elde etmek ve hammadde firelerini asgariye çekmek için % 40 ile % 60 rutubette odun kullanmak ideal olandır. Pratikte odun hammadesinin rutubet değeri % 80-90' a kadar çıkabilmektedir. Yongalama makinesinden istenilen boyut ve özellikte yonga elde edilebilmesi için odunun rutubet değeri lif doygunluğu noktasından düşük olmamalıdır.Kuru odunların yongalanması esnasında toz miktarının arttığı bilinmektedir (Eroğlu ve Usta, 2000).

1.1.7.3. Kabuk Soyma

Yongalamadan önce kabuk soyma işlemine alınan odunların LDN üzerinde rutubet içermesi beklenmektedir. Kabuk miktarı levha ağırlığının % 10'unu geçmesi durumunda fiziksel ve mekanik özelliklerini dikkate değer anlamda olumsuz etkilemektedir. Ayrıca tutkal sarfiyatı artmakta ve levha yüzey görünümü bozulmaktadır. Kum, taş parçaları gibi lifleme segmentlerini aşındıran maddeler içermekte ve pişirme kazanında büyük ölçüde hacmi doldurarak ısı ve buhar enerjisinin verimli kullanımını engellemektedir (Eroğlu ve Usta 2000).

Levha kalitesini ve yüzey görünümünü olumsuz yönde etkileyen kabuk aynı zamanda bulunduğu yerdeki daralmaya bağlı olarak levha yüzeylerinde çukurlaşma problemine neden olmaktadır. Bununla beraber presleme işleminde sıcaklığın etkisi ile karararak, pres plakalarına yapışabilmektedir. Kullanım alanı düşünüldüğünde ise levha yüzeyinin sıvı yüzey işlemleriyle kaplanması durumunda levha yüzeyindeki kabuk lifleri sıvıyı tam absorbe edemez. Bu amaç ile kullanılacak MDF'lerin kabukları soyulmuş odunlardan üretilmesi gerekmektedir (Suchland ve Woodson 1991).

1.1.7.3.1. Kabuk Soymada Kullanılan Makineler ve Yöntemler

- Bıçaklı kabuk soyma makineleri
- Sürtünme ve aşındırma ile kabuk soyucular
- Tamburlu aşındırıcı kabuk soyan makineler
- Aşındırma yöntemiyle kabuk soyucular
- Hidrolik tipte kabuk soyma makineleri
- Kimyasalla ve buhar patlaması ile kabuk soyma makineleridir (Eroğlu ve Usta, 2000).

1.1.7.4. Yongalama

Yongalanmak üzere odunların makineye verilmesi ile işlem başlamaktadır. Bu uygulama için farklı prensipte çalışan makineler bulunmaktadır. Bunlardan tamburlu 3-8 adet bıçaklı yongalama makinelerinde odunun yoğunluğu, rutubeti, budak vb. özellikler bağlı olarak bıçak körlük kontrolü yapılarak ihtiyaç halinde bilenmektedirler. Yongalama yapılırken metal tutucu dedektör tarafından yabancı cisimler algılanmaktadır. Yongalama yapılmadan önce hangi ağaç türünden ne kadar yongalanacağı bilinmelidir. Bu sayede yonga haline gelen malzeme konveyör, helezon ya da pnömatik yolla İYA (yumuşak) ve YA (sert) silolarına tasnif edilmektedir. Ağaç türüne göre yongalama makinesinden çıkan yongalar Şekil 1.2’de gösterilmiştir.



Şekil 1.2. Yongalama makinesinden elde edilen yongalar

Yongalama yapılırken birbirine yakın çap ve boydaki odunlar beraber yongalanmalıdır. Yonga rutubetlerinin de yakın değerlerde olması daha doğru olacaktır. Çürük odun oranı sıfır yada çok az olmalıdır. İki yongalama bıçağı arasındaki mesafenin yonga uzunluğu ile belirlendiği yongalama tipi radyal yongalama yöntemidir. Bu yongalama makinelerinden çıkan yongalar genelde uniform yapıdadır. İyi lif elde etmenin yolu kaliteli yongadan geçmektedir. Yonga boyutlarının eşit olması ise pişirme kazanında eşit ısı ile muamele edilmesini sağlar.

Küçük yongalar daha erken pişerken büyük yongalar yeterli pişmediğinden liflenmeye karşı direnç gösterir. Ayrıca enerji sarfiyatıda çok fazla görülmektedir. Lif kalitesinin düşmesi bu olumsuzluklar sebebiyledir. Nihai ürün olan levhanın kalitesini etkileyecektir. Yongalama makinesi besleme hızının sabit olması ideal yapıda yongalar elde etmeyi kolaylaştırır. MDF endüstrisinde ideal yonga boyutunun genişliği 19–20 mm, kalınlığı 3–5 mm, uzunluğu 16–25 mm aralıklarında uygulama görmektedir. Ortalama yonga boyutu 20x25x5 mm'dir. Genellikle kaliteli ve sağlam lif bu boyutlardaki yongalardan oluşmaktadır. Yonga boyutunun küçülmesine neden olan özelliklerden biri odun yoğunluğunun artmasıdır. Parça ve toz miktarında yükseltmektedir. Lifleme sırasında kısa liflerin meydana gelmesi bu duruma bağlıdır. Yonga boyutu eşitlik 1.1'e göre bulunmaktadır.

$$\text{Yonga boyu (mm)} = \frac{\text{Besleme bandı hızı } \left(\frac{\text{mm}}{\text{dk}}\right)}{\text{Rotor devri } \frac{\text{devir}}{\text{dk}} \text{ bıçak sayısı}} \quad (1.1)$$

1.1.7.5. Yongaların Depolanması

Yongalama makinesinden çıkan yongalar sert ve yumuşak odun silolarına taşınırlar. Burada yonga seviyelerinin kontrolü operatörler tarafından üretilecek ürün özellikleri baz alınarak yapılmaktadır. Yongaların silolardan boşaltılması şineke, döner helezon, yonga boşaltma pistonları veya hidrolik düzenek sistemli bir transfer ile gerçekleşmektedir. Yonga kalitesi açısından silolarda bekleme süreleri önemli olmakla beraber 10-12 günü geçmemesi tavsiye edilmektedir. Sert ve yumuşak odun yongaları silolarından ilk giren yonganın ilk çıkacak ve son giren yonganın son çıkması biçiminde boşaltılması için devirleri ayarlanabilen vidalı transport ve hidrolik boşaltma sisteminden biri kullanılır (Maloney 1993). Yongaların depolandığı silolar şekil 1.3'te gösterilmektedir.



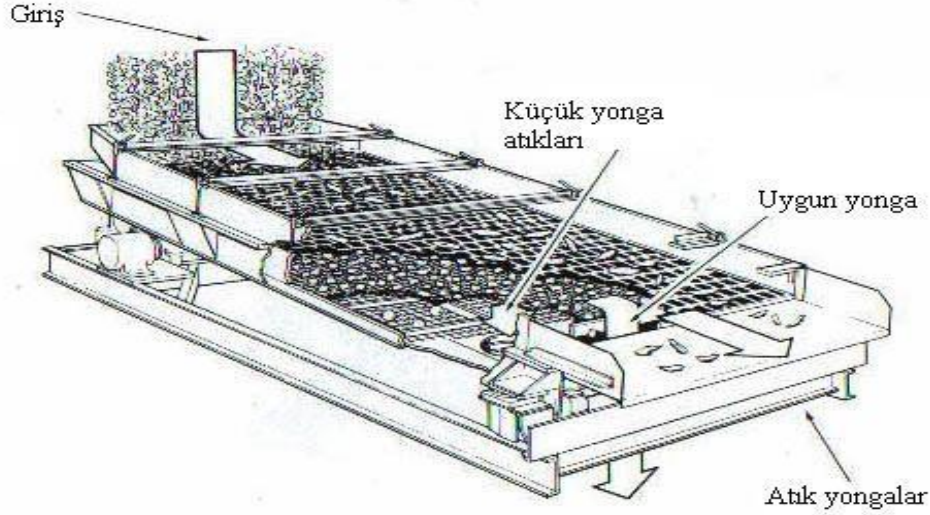
Şekil 1.3. Yongaların depolandığı silolar

MDF üretiminde istenen levha özellikleri referans alınarak sert ve yumuşak odun karışım oranları ayarlanmaktadır. MDF'nin fiziksel ve mekanik özelliklerinin beklenen ideal kalitede ve optimum değerlerde olması sağlanır. Aynı cins ve türden yonga karışım oranı, pişirme kazanındaki koşullar ve defibratörün özellikleri belirlenmesinde yonga silolarında sert ve yumuşak odunların ayrı ayrı depolanması çok önemlidir. Yonga karışım oranlarının belirlenmesinin ardından üretime verilmektedir. Üretimde levha kalitesini stabil tutmak amacıyla karışım oranları sık sık değiştirilmemelidir. Yongaların Silolarda stoklanması üretimin devamlılığı için önemlidir. Aynı zamanda planlı ve kontrollü olarak proses takibinin yapılmasında çok faydalıdır (Maloney 1993).

1.1.7.6. Yongaların Elenmesi

Yongalama makinesinden çıktıktan sonra çelik ya da beton yonga silolarında depolanan yongaların elenmesi sıradaki iş akışıdır. 3 katlı sarsıntılı elekler liflevha enüstrisinde en çok tercih edilen elek modelidir. Eleme esnasında en üstteki elek üzerinde biriken büyük boyutlu parçalar yeniden yongalama makinesine girmek üzere geri gönderilir. Orta kattaki elekte toplanan yongalar liflendirilmek üzere hedef yongalardır. En alt kattaki malzemeler ise yakıt olarak değerlendirilmektedir. Yonga boyutunda homojenlik 1.kademe kırımlık ve kaba yongalar için 58x58 mm

2.kademede kabuk, toz, kum vs. için 5x5 mm elekler ile yapılmaktadır. Şekil 1.4'de sarsıntılı yonga eleğinin şematik görünüşü yer almaktadır.



Şekil 1.4. Sarsıntılı yonga eleğinin şematik görünüşü

1.1.7.7. Yongaların Yıkınması

Yonga yıkama işleminin amacı yongaları kum, taş, toz, gibi istenmeyen maddelerden temizlemektir. Yongaların yıkanması lifleme sırasında segment bıçaklarının uzun süreli çalışması açısından önemlidir. Proseste kullanılacak yongaların yıkanmış olması lif kalitesinde olumlu yönde etkilemektedir. Yongaların rutubeti yıkanma sonucunda % 100'e ulaşmaktadır.

1.1.7.8. Liflendirme

Liflendirme ünitesi ekipmanları; pişirme kazanı silosu, pişirme kazanı ve rafinörden meydana gelmektedir. Sistemin amacı odunun kimyasal yapısında yer alan % 30 oranındaki ligninin 170-180 °C'de 7,5-8 bar basınç altında yumuşatılarak, liflerin mekaniksel olarak ayrımını sağlamaktır (Eroğlu ve Usta, 2000).

a. Pişirme kazanı silosu: İşlev olarak ön buharlama vermek ve pişirme kazanının üzerinde uygun dozajlama yapmak sistemin görevidir.

b. Pişirme kazanı: Diskler üzerindeki segmentlerin fazla ısınmalarını önlemek için uygun olan pişirme kazanına giren yonga rutubeti en az % 40-60 olmalıdır. % 100 rutubetteki yongaların sıcaklık ve basınç etkisi ile lignin yumuşamakta ve mekanik olarak liflendirilmektedir. Yongalar pişirme kazanına alınırken 2-3 bar basınç altında mantarlaştırıldıktan (sıkıştırıldıktan) sonra pişirme kazanına verilir. Bunun nedeni sıkıştırılan yonganın aniden gevşeyerek buhar ve basınç altında şişmesini sağlamaktır. Kazan içerisinde yongaların homojen bir şekilde pişmesi sağlanır. Pişirme kazanının şartları ise 170-180 °C sıcaklıkta 7,5-8 bar basınç değerleridir. Rafinöre gönderilmeden önce 3-5 dk doymuş buhara tabi tutulmaktadır. Sonrasında basınçla birlikte rafinöre gönderilirler. Lif kalitesi bakımından rafinöre giren yonga rutubetinin % 100 civarında olması beklenmektedir.

c. Rafinör: Yumuşatılan yongaların liflendirildiği kısımdır. Üretilecek levhanın liflerini oluşturan bölümdür. MDF'nin istenen lif durumunu disk açıklıkları belirlemektedir. Bu açıklık 0,1-0,4 mm değişkenlik gösterir. 1-2 sn. içinde rafinöre giren yongaların liflendirilmesi ile gerçekleşmektedir. Disk sıcaklığı ise buharın sıcaklığına ve basıncına göre 140-170 °C seviyelerinde olmaktadır.

1.1.7.8.1. Liflendirme Yöntemleri

MDF üretimi kağıt ve karton endüstrisinin akabinde ortaya çıkarak gelişme göstermiş ve teknik açıdan kağıt sanayisi ile ortak yönleri bulunmaktadır. Lif levha üretebilmenin yolu uygun ve kaliteli lif hamuru elde edilmesine bağlıdır. Ancak lif levha endüstrisinde lif üretimi kağıt sektörüne kıyasla daha kaba yöntemlerle yapılmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.1.7.8.2. Lif Kalitesini Etkileyen Faktörler

- ✓ Kazanın buhar basıncı ve pişirme süresi
- ✓ Yonga rutubet oranı
- ✓ Yonga cinsi ve boyutu

- ✓ Disklerin açıklık durumu
- ✓ Bıçaklar arasındaki mesafe
- ✓ Bıçakların çalışma süresi
- ✓ Defibratörü alt besleme helezonun hızı
- ✓ Alt ve üst şineke ile kazan doluluk arasındaki optimum oran seviyesi
- ✓ Elyaf çıkış valfi açıklığı

Tüm bu özellikler ve standartlar kaliteli lif alınması için önemlidir. Disk açıklıkları lif kalitesine etki eden en önemli nedenlerden biridir. Disklerin kapalı olması lifin incilmesi ve boyunun kısalmasını sağlarken disklerin arasının açılması lifin kalın ve uzun olmasına sebep olmaktadır. Disklerin fazla ısınması ile birlikte kömürleşme meydana gelmektedir. Bıçak aralarının dolmasının kaynağı bu hadisedir.

1 ton kuru lif üretimi için İYA türlerinde 170-190 kwh enerji ihtiyacı vardır. Genel itibari ile liflendirme sıcaklığı arttıkça enerji tüketimi azalmaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

1.1.7.9. Liflerin Tutkallanması

Lif levha üretiminde tutkallamada iki yöntem uygulanmaktadır. En sık kullanılan yöntem defibratör çıkışında liflerin kurutucuya girmeden önce tutkallanmaya alınmasıdır. İkinci yöntem ise daha çok eskiden kullanılmış olan yonga levhada olduğu gibi kurutulan lifin tutkallanması işlemidir.

Kuru yöntemle MDF üretiminde tutkal miktarının tam kuru lif ağırlığına oranı % 9-11 arasındadır.

Üre formaldehit tutkalı (ÜF) lif levha üretiminde tercih edilen tutkal türüdür. Kullanımının kolay olması, beyaz ve ucuz olması, kısa sürede sertleşmesi proste

kullanılma nedenleridir. Üre formaldehit tutkalı MDF fabrikalarına sıvı halde, % 55–65 katı madde konsantrasyonu ile gelebilir. pH değeri 7,5–8,5 arasında, 20 °C de depolama süresi 4-5 haftadır. MDF üretimine göre ÜF harici diğer reçinelerden Fenol formaldehit (FF) veya Melamin formaldehit (MF) tutkalları uygulama alanı bulmuş tutkallardandır (Eroğlu 1988).

MDF üretimi sırasında liflere katılacak tutkalların depolandığı silolar şekil 1.5'te gösterilmiştir.



Şekil 1.5. Tutkalların depolandığı silolar

Levhanın suya karşı dayanım kazanması amacı parafin verilir. Parafin levhanın ortam rutubetine direnç göstererek çalışmasının azalmasını sağlayan polar yapı göstermeyen yağlı özellikte bir maddedir. % 40–50 arasında konsantrasyona sahip olan parafin emülsiyonu tam kuru lif ağırlığına oranla % 1–2 değerinde pişirme kazanı ile defibratör arasından tutkalla karıştırılarak veya sıvı durumda verilmektedir. Pişirme kazanından önce katı ya da sıvı biçimde verilemeside söz konusu olmaktadır.

1.1.7.10. Liflerin Kurutulması

Lifleme makinesinden çıkarak parafin, sertleştirici, tutkal gibi kimyasallarla muamele edilmek sureti ile levha taslağını oluşturmak için lifler kurutucuya aktarılmaktadır. Bu işlemde buhar basıncı vasıtası ile yapılmaktadır. Lif levha üretiminde boru biçimindeki kurutucular en fazla uygulanan modellerdir. Ebatları genellikle 120-150 m boyunda ve 1-2 m çapındadır. Kurutmaya ihtiyaç duyulan sıcak havanın temini ısı eşanjörlerinden elde edilmektedir. Lif rutubetinin değişkenlik göstermesini önlemek amacıyla gereken ısı ve fanın kapasitesi % 15-25 daha fazla hesap edilmektedir. pnömatik cins kurutucu hatının hızı 25-35 m/sn değerindedir. Lif taşıma kapasitesi ise 60-150 gr/m³ olarak belirlenmiştir. Liflerin hedef kurutma oranı %7-12 arasında olup tek kademeli kurutma yapılmaktadır (Maloney 1993).

Liflerin kurutma sonu rutubet miktarı çıkış sıcaklığının takip edilmesi ile bulunmaktadır. Liflerin kurutulması taze havanın kurutucu içerisindeki filtreden geçerek temizlenmesi ile başlar. Rutubetli liflerin beklenen rutubet miktarına ulaşmasını fan giriş klapelerinin açılması veya kapatılması yoluyla yapılır. Liflerin levha taslağınının oluşmasına yardımcı kimyasalların ilavesi ile kurutma hattındaki işlemi 6-7 saniye sürmektedir. İstenen lif rutubetine ulaşıldığında lifler serme hattına gönderilmeye hazır hale gelir. Kurutma hattında ısı kayıplarını önlemek amacıyla yalıtım malzemeleri kullanılmaktadır. Korozyon oluşmaması için kullanılan metallerin paslanmaz çelikten seçilmesi gerekmektedir.

Şekil 1.6'de kurutma hattının sonlandığı ve liflerin toplandığı siklonlar görülmektedir.



Şekil 1.6. Kurutma hattının sonlandığı ve liflerin toplandığı siklonlar

Liflerin kurutulması 7 saniyeden fazla sürmemeli aksi halde yangın riski bulunmaktadır. Şekil 1.8’ de görüldüğü gibi kurutma hattının sonunda liflerin toplandığı bir siklon bulunur. Kurutma hattından gelen sıcak havanın tahliyesi siklonun altındaki döner yıldız vana (rotary valf) kapsel yardımıyla siklonun üst bölümünden buharla beraber dışarı gönderilemsi ile olur. Kurutucu hattının giriş sıcaklığı 150–200 °C çıkış sıcaklığı da 55-65 °C’ civarındadır. Siklonun üstünden dışarı atılan atık havanın nispi rutubeti % 90’dır (Moleney 1993).

1.1.7.10.1. Lifin Kurutulmasına Etki Eden Faktörler

- Ağaç türü ve yapısı
- Odunun özgül ağırlığı
- Liflerin boyutları
- Kurutma hattı girişindeki liflerin ilk rutubeti
- Kurutma hattının uzunluğu ve çapı (debi)
- Kurutucunun tipi ve çalışma prensibi

- Kurutma hattındaki havanın hızı
- Kurutma hattındaki sıcaklık (giriş ve çıkış sıcaklığı)

1.1.7.11. Lif Bunkeri ve Serme İstasyonu

Serme siteminin asıl görevi pres öncesi levha taslağını istenen özellikler dahilinde nihai konuma getirmektir. Liflerin pasta haline dönüşürken homojen olarak dağılması çok önemlidir. Bu amaçla mekanik sistemle çalışan ön dağıtıcıdan çıkan lifler yönlendirme kısmına çarpar ve ters şekilde dönen silindirler arasına düşer. Liflerde topaklanma görülmemesi beklenmektedir. Lif dağıtma kafaları vasıtası ile ilerlerken artık taslak meydana getirmek üzeredir. Lif taşıma sırasında devir ayarları yapılarak uygun taslağın oluşması sağlanmaktadır (Siempelkamp Bulletin 2001).

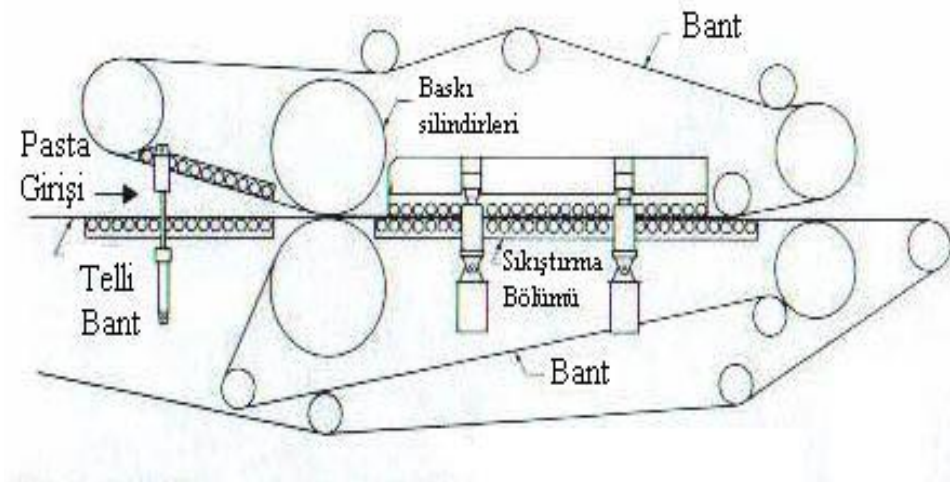
Egalizer-düzeltilme silindirinin görevi fazla gelen lifi tırmıkla çekerek emişle sisteme tekrar kazandırmaktır. Levha taslağının yüksekliği pastanın ağırlığına bağlı olarak otomatik ayarlanmaktadır. Yüksekliğin belirlenmesinden sonra yer alan terazi taslağı tartmakta ve yoğunluğu hesaplayabilmektedir. Bir başka önemli konu ise levha taslağı geçerken her hangi bir metalin karışmaması için metal dedektör ile taranmasıdır. Ön prese girmeden taslağın yoğunluğu yaklaşık 15 kg/m^3 ve kalınlığı sıcak presten çıkan levha kalınlığının 25 katıdır. Serme hattı PVC özellikteki iki bantın silindirler etrafında sonsuz biçimde dönmesi ile taslağın ön prese yürümesini sağlamaktadır (Eroğlu ve Usta 2000).

MDF üretiminde lif bunkerinden geçen lifler yaklaşık $60 \text{ }^\circ\text{C}$ 'ye kadar ısıtılan ve buhar enjeksiyonu ile istenen rutubet değerine getirilen sıcak hava ile serme hattına aktarılmaktadır. Sıcak presleme öncesinde yapılan bu işlemin presleme süresinin düşürülmesine etkisi çok fazladır.

1.1.7.12. Presleme

1.1.7.12.1. Ön Presleme

Levha taslağı serme bandı üzerinde çift yönlü basınç silindirleri arasından geçmek sureti ile ön presleme olarak tanımlanan işlemde geçmektedir. Ön presin amacı levha taslağını sıcak prese girmeden hazır hale getirmektir. Kasnağı sıkıştırma basınç silindirleri görev yaparken aynı zamanda lif kaybı oluşmaması için yan alma yapılmaktadır. Sıcak prese girerken taslağın liflerinin hava akımına maruz kalsa bile dağılmasını önlemektedir. Ön presleme esnasında sıcaklık verilmezken 80-140 arasında bir basınç uygulanmaktadır. Levha taslağının kalınlığı şu etkenlere bağlıdır; liflerin serbestlik derecesine, odunun cinsine ve % 5 rutubet oranındaki elastikiyet modülüne. Serme hattında levha taslağının kalınlığı nihai levha kalınlığının yaklaşık 20 katıdır. Buna göre 8 mm kalınlığında MDF üretmek için 160 mm pasta kalınlığı gerekmektedir. Levha taslağının taşınabilmesi için gerekli sağlamlığı kazanması gerekir. Ön presleme sırasında levha taslağının gerekli sağlamlığı bulması ve istenen özelliklere ulaşması ile taslak sıcak prese hazır duruma gelmiştir (Eroğlu 1988). Şekil 1.7’de rulolu ön prese ait çalışma şekli gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Rulolu ön pres (MDF İndustry Valmet 1997).

Ön prese girmeden önce levha taslağının yüksekliği silindirler arasındaki mesafeden daha az olduğundan ön presleme esnasında hazır pasta formunun bozulmaması ve kaliteli ön presleme yapmak için ön pres giriş kısmı istenilen taslağın kalınlığına (MDF kalınlığına göre) bağlı olarak uygun bir açı verilerek dizayn edilmiştir.

PVC esaslı bir malzemeyle kaplı olan silindirlerin en üst kısmında delikli bant yer almaktadır. Delikli olmasının avantajı silindirler basınç uygularken taslaktaki sıkışan havayı tahliye ederek yüzey düzgünlüğünü sağlamaktır. Serme bandı hızının fazla olduğu (ince levha üretiminde) geniş taslaklarda daha önemlidir. Ön pres girişi taslak yüzeyinde ya da birinci sıkıştırma silindirinden önce taslak kenarında sıkışan havanın bir anda çıkmasından kaynaklanan hava delikleri meydana gelmektedir. İçte bulunan bantın görevi taslağı sıkıştırma silindirleri arasından götürmektir.

Ön presten çıkan levha taslağının yoğunluğu artış göstermiş ve kalınlığı azalmıştır. sıcak preste pres katları mesafesi azaldığından pres kapanma süresinin artması ile üretim kapasitesi artmıştır. Sıcak pres öncesi levha taslağının oluşturulmasında levha istenen boyutlarına göre levha eninin ölçülendirilmesi her iki kenar için eşit hızlarda çalışan daire testereler ile yapılmaktadır. Taslağın yan kısımlarından artan fazlalık lifler emiş sistemi ile tekrar üretime kazandırılmak amacıyla serme bunkerine aktarılmaktadır. Levha taslağının kenarları alındıktan sonra sabit yoğunluk ölçer ile pasta yoğunluğu belirlenmektedir (Maloney 1993).

1.1.7.12.2. Sıcak Presleme

MDF üretiminde sıcak presleme işleminde proses şekli sürekli ve süreksiz olmak üzere iki çeşittir. Sıcak preste taslağın MDF olarak üretilmesinde şu iki konu temelde beklenen şartlardır.

1. Taslağın istenen levha kalınlığına ulaşması için gerekli basıncın sağlanması.
2. Tutkalın sertleşmesini sağlamak için levha taslağının gerekli sıcaklığa kadar ısıtılması gerekmektedir.

a. Statik presleme – tek katlı ve çok katlı presler: Bir adet levhanın üretiminin yapılabildiği presler tek katlı preslerdir. Serme bantlarından çıkan levha taslağı uygun koşullarda sıcaklık ve basınç altında preslenmektedir. MDF kalınlıkları pres içerisine konulan takozlar ya da elektronik sistem pistonlar yardımıyla meydana gelmektedir.

b. Sürekli pres: Sürekli presler uzun hat boyunca yine sıcaklık ve basınç uygulanarak gerçekleşmektedir. Sürekli pres teknolojisi ile MDF, OSB (Oriented Strand Board), LVL (Laminated Veneer Lumber) ve OSL (Oriented Strand Lumber) üretilmektedir. Presin tüm değerlerini kumanda odasından istenen pres sıcaklık, basınç, bant hızları ve diğer değişkenleri takip ederek operatör, vardiya amiri ya da üst yöneticiler tarafından uygulanmaktadır. Üretim esnasından doğabilecek arıza ve aksaklıkları burada bulunan program üzerinden kontrol altına almak mümkündür. MDF, yonga levha gibi panel levha ürünlerinin üretimi sabit presleme sistemleri ile yapılmaktadır. Sürekli pres teknolojisinin en çok tercih edilen modelleri Dieffenbacher, Siempelkamp, Kusters, Bizon, Bartrev v.b'dir (Ayrılmış 2000).

Sıcak preslerde levha taslağının yüksekliği pres giriş bölümünde daha yüksek biçimdedir. Levha taslağının stabil olarak kalmasının sağlayan iki çelik bant arasında ilerlemesidir. Genel olarak sistemin proses mantığı serme bantları üzerinde yürüyen taslağın bantın üstü ve altında yer alan iki adet silindir çevresinde dönerek çelik bant arasında istenen levha kalınlığına inene kadar sıcaklık ve basınç altında preslenmesidir. Üretim esnasında oluşabilecek arıza ya da hata durumunda taslak eşitleme silindiri altındaki serme bandının geriye hareketi ile taslak boşaltma kısmına verilerek tekrar serme hattına kazandırılmaktadır. Pres çelik bantlarının gerginliği 180 bar basınçla silindirlerin hidrolik sistem çalışan pistonlar vasıtası ile yapılmaktadır. Çelik bantların gerginliği levha taslağının düzgünlüğü ve kalitesi açısından çok önemlidir. Sürekli preslerde kesintisiz üretim yapıyor olması katlı preslerden ayrılan ilk özelliğidir. Sürekli preslerde levhaların ebatlanması preslemeden sonra olurken katlı preslerde presleme öncesinde boyutlandırma işlemi daire testerele ile yapılmaktadır (Maloney 1993).

1.1.7.12.3. Sürekli Presin Katlı Preslere Göre Önemli Avantajları

- ✓ Üretim kapasiteleri katlı preslere kıyasla daha fazladır.
- ✓ Pres basınç sıcaklık ve kalınlık değerleri kısa sürede değiştirilebildiğinden üretime başlama ve levha tipleri arasındaki geçişler kolay olmaktadır.
- ✓ Levhanın kalınlık stabilitesi daha iyi olmakta ve programsal ölçülendirmelerin yapılması daha avantajlıdır.
- ✓ Sürekli preslerde tutkalın ön sertleşmesi söz konusu olmazken katlı preslerde levha taslağı yüzeyinde ön sertleşme görülmektedir.
- ✓ Levhanın zımpara payı katlı preslerde daha fazla olduğundan odun ve tutkal sarfiyatı daha fazladır. Sürekli preslerin üretim kalınlıkları daha esnektir. 1,8-60 mm kalınlığa kadar levha üretilmektedir. Çelik bandın hızı çok düşük kalınlıklarda pres çelik bandın hızı yüksek olduğundan aşınma kısa sürede gerçekleşmektedir. Bu nedenle 2,5 mm den daha ince levhaların üretimleri maliyetleri karşılamadığı sürece pek tercih edilmemektedir.
- ✓ Sürekli preslerde presleme daima devam ettiğinden katlı preslerden farklı olarak boşta kalma süresi yoktur ve kapasite kaybı yaşanmamaktadır.
- ✓ Levhaların boyutlandırılması söz konusu olduğunda sürekli presten çıkan levhaların zaiyatı yoktur. Daire testerelerin diagonal olarak çalışmasından ötürü boy kesme esnasında istenen standart değerinde işlem yapılabilir.
- ✓ Her türlü siparişi karşılamak adına istenen boyda levha üretimi yapılabildiğinden önemli bir avantaj görülmektedir. Özellikle mobilya sektöründe müşteri portföyü bulunan firmalar için bu konu çok önemlidir (Maloney 1993).

Preslemenin yapılmasındaki sıcaklık Enerji tesisi ya da kazan sisteminden gelen kızgın yağ ile sağlanmaktadır. Üretim aşamasında levhanın kalitesi baz alınarak gerekli sıcaklık değerleri set edilmektedir. Levha taslağının bulunduğu çelik

bantların sıcaklıkları presin alt ve üst kısımlarında yer alan platenlerde kızgın yağın dolaşması ile oluşmaktadır. Pres sıcaklığı hammadde karışımına, odun ve taslak rutubetine, kullanılan ağaç türüne, taslak kalınlığına, istenen yoğunluk değerine, bant hızına, pres basıncına, tutkal türüne ve sertleşme süresine bağlı olarak 180–240 °C arasında değişir. Sürekli preslerde hat boyunca yer alan basınç pistonları ile gerekli basınç verilmektedir. Üretilecek levha adeti ve m³ değeri presin toplam uzunluğuna ve piston sayısına göre değişir. Levhanın nihai kalınlığa ulaşması pres kalibrasyon rulolarının taslağı pres içerisinde iki çelik bant arasında stabil ve düzenli tutması ile sağlanmaktadır (Maloney 1993).

Sürekli preslerde presin herhangi bir yerinde basınç farkından veya levha taslağından kaynaklanan kalınlık farklılığı oluşması durumunda basınç pistonları otomatik şekilde devreye girerek kalınlık farklılığını ortadan kaldırmaktadır.

Presleme esnasından uygulanan sistem basıncı 35–40 kp/cm² değerlerindedir. Üretimde kontrollü olarak takip edilen basınçlar levha yoğunluğu, rutubet oranı, pres sıcaklığı, kullanılan odun türü ve tutkalın özelliklerine göre değişebilmektedir. Basınç pistonlarının çalışma prensibi hidrolik sistemdir. Preste basınç uygulama noktasında bölge bölge farklıdır. Levha taslağı prese ilk girdiğinde 35–40 kp/cm² olan basınç değeri pres orta kısma gelindiğinde 1–10 kp/cm² uygulanmaktadır. Presin son bölgesinde ise pistonlardan verilen basınç 15–20 kp/cm² arasında çalışılmaktadır. Levhanın nihai kalınlığa ulaştığı pres sıcaklığı ortalama 100 °C'dir. Bu sıcaklık levhanın orta tabaka sıcaklığıdır. Levha taslağında kullanılan tutkalın jelleşme ve sertleşme zamanı çok önemlidir. Tutkalın yapışma direncinin yüksek olmasının sağlandığı optimum pres koşulları baz alınmaktadır. Sürekli pres çalışmasında üretim değerleri Presin birinci bölgesinde sıcaklık 200 °C, ikinci bölgesinde 220 °C iken presin üçüncü bölge sıcaklığı da 190 °C düzeyindedir.

Spesifik pres faktörü olarak adlandırılan pres süresi belirleme yöntemi şu şekildedir. Spesifik pres faktörü (sn/mm) = pres süresi (sn) / zımparalanmamış levha kalınlığı (mm) formülü ile bulunur. Spesifik pres faktörü levha kalınlığının her bir mm için gereken pres süresini ifade etmektedir.

Örneğin 18 mm MDF için presleme faktörü 210 °C 13 sn/mm iken 3 mm MDF için 185 °C sıcaklık 11,3 sn/mm kabul edilmektedir. 18 mm kalınlıktaki MDF için toplam pres süresi 234sn'dir (13x18). Levhanın zımpara öncesindeki kalınlığı, levhanın yoğunluğu, tutkalın türü, tutkal sertleşme zamanı, kullanılan ağaç türü ve planlanan levha sonuç rutubeti gibi değişkenler spesifik pres faktörünün belirlenmesinde etkilidir. Pres çelik bandın hızı spesifik pres faktörüne bağlıdır. Çelik bandın hızı da levha taslağını taşıyan serme bandının hızını belirlemektedir. İnce levha üretimlerinde pres süresi kısa, serme bandı hızı yüksek çalışılmaktadır. Bu durumun sakıncası, serme bandlarının aşınmasından dolayı ömürlerinin kısa olmasıdır (Ayrılmış 2000).

Preslemede levha taslağının yapışma direncinin önemi fazladır. Bu konunun gerekçesi ise şudur; Levha taslağının yüzey tabakaları sıcaklığı 100 °C ve üzerine çıktığında yüzeyde bulunan rutubet buharlaşmakta ve orta tabakaya geçmektedir. Taslağın orta bölgesindeki soğuk olan yer ile temasından dolayı yoğunlaşarak sıcaklığını bu kısma iletmektedir. Tutkal türü olarak Üre formaldehit tutkalı kullanıldığında tutkalın sertleşmesi için taslağın orta bölgesinin en az 100 °C sıcaklıkta olması gerekmektedir. Levha taslağının her iki yüzeyinden orta bölgeye buharlaşma vasıtası ile ulaşan rutubet karşılaşma sonucunda kenar kısımlarından bir kısmı tahliye olmaktadır. Bu olay tutkalın sertleşmesine neden olmaktadır. MDF üretiminde prosesin prensibi, ilk aşamada levha taslağının sıkışma hızı yüzey yoğunluğunun yüksek olmasında etkili ve belirleyici olandır. İkinci aşamanın amacı sıkışma hızının azaltılması ile homojen şekilde orta tabaka yoğunluğu elde etmektir. Levhanın istenen kalınlığa gelmeden taslağın orta tabaka sıcaklığının 100 °C'ye çıkması gerekmektedir. Hedef sıcaklığa ulaşamaması levhanın presten çıkmasına rağmen tutkalın ihtiyaç duyulan sertlikte olmamasına dolayısı ile tutkal bağlarının zayıf kalmasına neden olmaktadır. MDF'nin enine kesitine bakıldığında farklı görünümde olduğu ve tabaka oluşturduğu görülmektedir. Üretim esnasında taslağın tüm bölgelerinde aynı kalitede liflerin kullanılmasına karşın levhanın orta bölgesinin yoğunluğu yüzeye yakın kısımlara kıyasla daha fazladır. Bu yapı sıcak preste uygulanan pres diyagramı ile elde edilir. Sürekli pres, tek katlı pres ve çok katlı pres sistemlerinde levha taslağının prese girdiği esnada yüksek basınç uygulanmakta ve yüzeye yakın kısımların yoğunluğu artırılmaktadır. Taslağın sahip olduğu fazla

rutubet ve kimsayal reaksiyondan kaynaklanan formaldehit gazı (CH₂O) pres basıncının kademeli olarak düşürülmesi yoluyla atılmaktadır. Düşürülerek fazla rutubetin ve kimyasal reaksiyon sonucunda oluşan formaldehit gazının (CH₂O) levhadan atılmasını sağlar. Gazların ve fazla rutubetin levha içerisinden çıkarılamaması durumunda levhanın preste iç gerilimden dolayı patlaması muhtemeldir (Ayrılmış 2000).

Üretim aşamasında levha yüzeyinin sıkılaşmasına etken olan durum şöyle açıklanabilir. Serme hattından geçen levha taslağı sıcak pres plakalarına girdiğinde sıcaklık farkından dolayı etkileşimden kaynaklanan taslağın yüzey sıcaklığının birden artması ile oluşmaktadır. Yüzeydeki liflerin sıcaklığının artması ile basıncın ve sıcaklığın yardımıyla plastikleşme oluşturarak levha yüzeyinin sertleştiği gözlenmektedir. Levhanın orta bölgesindeki yoğunluğun daha fazla olmasının sebebi bu durumdur. Presten ikinci bölgede basınç değeri düşük 1–10 (kp/cm²) çalışılmaktadır. Levhanın kullanım amacı göz önüne alınarak üretimin planlanması Örneğin MDF yüzeyinin yoğunluğunun yüksek olmasını gerektiren işlemlerden geçirilmesi düşünülüyorsa tercih edilen diyagram ona göre programlanmalıdır. Melamin kaplama, dekor kağıdı kaplama, ahşap malzeme kaplama buna örnek gösterilebilir. Pres girişi basınç değerinin artırılması bu özellikte levha üretimi için uygundur (Ayrılmış 2000).

MDF yüzey yoğunluğunun orta bölge yoğunluğundan daha fazla olması levhanın elastikiyet modülünü ve eğilme mukavemetini artırmaktadır. Ancak yüzeye dik yönde çekme mukavemeti ise azalmaktadır. Pres girişi basıncının çok fazla olması taslağın yüzeyinde ani bir sertleşmeye Giriş bölgesindeki basınç çok yüksek olursa yüzey tabakası aniden sertleşerek orta neden olurken ısı transferine engel teşkil etmektedir. Levhada kemikleşme sorunu olarak adlandırılmaktadır. Sürekli pres sisteminde orta tabakanın sertliğinin artırılması gerekiyorsa pres orta kısımdaki basınç artırılır. Bu da levhanın yüzeye dik çekme direncini yükseltecektir. Bu bölgedeki basınç değerinin yüksek olması levhada patlama kusuruna neden olur. Levha içerisindeki yoğunluk dalgalanmasının az olması levhanın vida tutma, kesilme gibi işlenebilme özelliğini olumlu yönde etkilemektedir. Şekil 1.8’de yongalama hattı ve MDF kenar çıtaları görülmektedir (Maloney 1993).



Şekil 1.8. Yongalama hattı ve MDF kenar çıtaları

1.1.7.13. Levhaların Klimatize Edilmesi

MDF üretimi gibi diğer panel levha üretimlerinde de klimatizasyon işlemi 360° dönebilen yıldız soğutma kollarında dinlendirilerek yapılmaktadır. Tesislerin kapasitesine göre bu işlem süresi değişmektedir. Ayrıca yıldız hattının uzunluğuda bu anlamda önemlidir. Pres serme bantlarının hızı, levha çıkış hızı, yıldızın dönme hızı bu süreyi etkileyen diğer konulardır. Klimatizasyonun bir çok faydası vardır. Levhanın üretim sonrası iç basıncını ve sıcaklığı atmasını sağlar. Zımpara öncesi bekleme süresini etkiler. Kaliteli zımpara yapılabilmesi ve eğer kaplanacaksa buradaki üretim şeklini belirlemektedir. Lif levhaların klimatizasyon işlemi Şekil 1.9'da görüldüğü gibi 360° dönebilen yıldız soğutucularla yapılmaktadır.



Şekil 1.9. Lif levhaların klimatizasyon işlemi

Klimatizasyon işleminin yapılmaması durumunda levhaların sıcaklığının ortamın sıcaklığından daha fazla olmasından dolayı levhada çarpılma, dönme, kamburlaşma vb. kusurlar ortaya çıkmaktadır. Levhanın mekanik ve fiziksel dayanımları olumsuz etkilenmektedir. Yıldız hattından çıkan levhalar belli sürede dinlendirilmek üzere depoya bırakılmaktadır. İstif içerisindeki levha sayısının fazla olması bekleme süresini uzatabilir (Ayrılmış 2000).

1.1.7.14. Zımparalama

Presleme sonrasında ebatlandırılan levhalar zımparalama öncesinde dinlendirilmektedir. Bu süre levha kalınlığına ve tipine göre değişmekle birlikte genel olarak 6-12 gün olarak uygulanmaktadır. Levhaların dinlendirilmesi sürecinde belli bir stabilizasyona ve sertleşme oranına ulaşması beklenmektedir. Aynı zamanda levhanın rutubet miktarı ve sıcaklığı denge haline ulaşmaktadır. Fiziksel ve kimyasal reaksiyonların devam etmesi ile farklılaşmalar görülmektedir (Bozkurt ve Göker 1990).

Mobilya sanayisi açısından MDF'nin fazlaca tercih edilmesinin en önemli nedenlerinde biri levha yüzey kalitesinin alternatif ürünlere kıyasla daha iyi olmasıdır. Levhanın üretim sonrası yüzey kalitesi ve sertliği ne kadar önemli ise zımparalamanın da önemi bir o kadar fazladır. Zımpara uygulamanın amacı levha

yüzey kalitesini yüksek tutmak ve hataları minimize etmektir. Levhanın her bölgesinde kalınlıkların eşit olması yine bu işlemde ana düşüncedir. Levha yüzeyinin hatasız ve pürüzsüz olması üst yüzey işlemleri için çok önemlidir.

Zımparalamada ilk aşama kaba zımpara olarak tabir edilen 60-80 nolu zımpara bandı ile yüzeydeki tozlanmış kısmın alınması ve istenen kalınlığa düşürülmesidir. Ardından 100, 120 veya 150 nolu zımpara bandı ile ince zımpara yapılarak yüzey tabakasının lake, boya, vernik folyo, melamin kaplama laminant gibi yüzey işlemlerine hazır hale getirilir.

Levha yüzeyinin çok kaliteli ve pürüzsüz olması istenen durumlarda 150-400 nolu zımpara bandları kullanılmalıdır.

En çok tercih edilen zımparalama makineleri 6 ve 8 silindirli olanlardır. Zımpara öncesi üretimde levha zımpara payı katlı ve sürekli preslerde farklılık göstermektedir. Zımpara payı katlı preslerde 1,5-2 mm sürekli preslerde ise 0,5-1,2 mm olarak çalışılmaktadır. Sürekli preslerde zımpara payının daha az olmasının sebebi levha taslağının prese girdiğinde sıcaklık ve basınç altında yüzeydeki lif tabakasının daha az yanmasıdır. Zımpara işlemi 30–35 m/dk hızla MDF'lerin zımparalama makinesinden geçmesi ile yapılmaktadır. Levha kalınlığının artması makine hızının daha yavaş çalışmasına neden olmaktadır.

1.1.7.15. Depolama

Zımparalama yapılırken levha yüzey kalitesi ve görünümü incelenerek tasnif edilmektedir. Genel itibari ile elle hissedilen kusurlar, lif ve kabuk lekeleri, pres çelik bant izi, tutkal lekesi, hız dalgalanması ve levha kenar kesiti vb. özelliklere dikkat edilmektedir. İşlemi biten levhalara etiket bilgileri yazılarak çıkışları verilir. Sınıflandırılan levha paketleri depo koşulları gözetilerek uygun alanlara istiflenirler. Aynı tip ürünlerin bir arada olması sevkiyat ve yarı mamul kullanıcı üniteler açısından kesinlikle kolaylık sağlayacaktır. Levhaların depolandığı alanlar şekil 1.10'da gösterilmiştir.



Şekil 1.10. Levhaların depolandığı alanlar

1.1.8. Yüzey Kaplama Malzemeleri

MDFLAM sektöründe kağıt esaslı yüzey kaplama malzemelerinin özellikle melamin reçinesi emdirilmiş filmlerin üretimleri her geçen gün artmaktadır. Üretim aşamasında ve son kullanıcı müşteri taleplerinde de oldukça hızlı bir ilerleme söz konusudur. Yeni teknolojilerin bu alanda getirmiş olduğu yenilikler ve ürün çeşitlilikleri bu bağlamda etkili olmuştur. Dekor kağıtları ve desen modernizasyonu ile birlikte ülkemizde ve tüm dünyada daha fazla ilgili ile buluşmaktadır. Son sistem melamin kaplama preslerinde ve yeni emprenye tekniklerinde gelinen nokta ise üretim kapasitelerini ve kalite anlayışını olumlu yönde etkilemiştir.

1.1.8.1. Katı Yüzey Kaplama Malzemelerin Sınıflandırılması

Levha yüzeylerinin kaplanması çeşitli kaynaklarda farklı biçimlerde ele alınmaktadır Kolmann (1966)' a göre levha endüstrisinde katı yüzey kaplama malzemeleri iki başlık altında toparlanmıştır.

1-Levha Yüzeyine Doğrudan Yapışan Lamine Levhalar

- Melamin formaldehit (MF) reçinesi ile emprenyelenmiş alfa selüloz esaslı kağıtlar

- Diallyl phthalate emprenyelenmiş kağıtlar
- UV- sertleştirilmiş polyester astarlarda lakelik yapılmak üzere üretilen kağıtlar
- Emprenye edilmiş polyester kağıtlar
- Ağaç desenine sahip baskılı astarlar ya da boyalı polyester lakeler

2 – Levha Yüzeyine Tutkal ile Yapıştırılan Laminat veya Folyolar

- Önceden kondanse olmuş aminoplastları içeren kağıtlar,
- Yüksek basınç laminatı
- Termoplastik folyolar (PVC folyo),
- Aminoplastlar ile emprenyelenmiş astar filmler ve lakelikler
- Vulkanize liflerin aminoplastlarla kaplanması

Kalaycıoğlu ve Nemli (1995)' e göre; katı yüzey kaplama malzemeleri lamine levhalar ve laminatlar olmak üzere iki grupta toplanabilmektedir.

1- Lamine levhalar

- PVA + Üre esaslı dekoratif kağıtlar
- Amonyum klorür + üre esaslı dekoratif kağıtlar
- Fenolik kraft kağıtlar
- Polyester filmler
- Üre esaslı kağıtlar

- Polivinil Klorür (PVC)
- Polietilen esaslı kâğıtlar
- Amonyum sülfat emdirilmiş kâğıtlar, folyolar, ahşap kaplamalar, ince kâğıtlar ve ısı transfer filmleri

2- Laminatlar

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

1.1.8.2. Sıvı Yüzey Kaplama Matzemelerinin Sınıflandırılması

Lif levha yüzeylerine renk vermede kullanılan boyalar:

1- Alkol esaslı boyalar

2- Organik solventli fabrika boyalar

3- Su esaslı boyalar

Lif levha endüstrisinde kullanılan dolgu maddeleri:

1. Poliüratan esaslı dolgu maddeleri
2. Vinil esaslı dolgu maddeleri
3. Su esaslı dolgu maddeleri
4. UV polyester esaslı dolgu maddeleri
5. Üre –alkid esaslı dolgu maddeleri

Lif levha endüstrisinde sıvı yüzey kaplama işlemlerinde kullanılan vernikler;

6. Nitroselülozik vernikler
7. Polyester vernikler
8. İki bileşimli vernikler
9. Tek bileşimli vernikler
10. Alkol esaslı vernikler
11. Poliüretan vernikler

1.1.9. Dekor Kağıtları

1.1.9.1. Dekor Kağıdı Üretiminde Kullanılan Alfa Selüloz Hamuru ve Avantajları

Laminasyon teknolojisinde levha üzerine yapıştırılan dekor kağıtları alfa selüloz hamuru olarak adlandırılan selülozun % 17,5 sodyum hidroksit ile işlem görmesi ile elde edilmektedir. Bitki içerikli maddelerin alkali hidroksitte çözünmesi ile selüloz aktivasyonu sonucu alfa selüloz terimi oluşmuştur. Bu terimin ortaya çıkışı beta ve gama selülozları gibi Cross ve Bevan tarafından 1904 tarihine dayanmaktadır.

Bitki selülozunun %17,5 sodyum hidroksit ile 20 °C de tespit edilmiş koşullar ile çözünmeyen kısmı olan bu selüloz aslında kimyasal bir selüloz değildir. Beta selülozun yapısı ise selülozun % 17,5 sodyum hidroksitle çözünen yalnız asit muamelesi yapıldığında çökerek ayrılan (presipite olan) kısmıdır. Odunun genel yapısında beta selülozunun yer almadığı ancak alfa selülozun parçalanması sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir. Gamma selülozu %17,5 yoğunlukta alkali maddede çözünen kısımdır. Odunda bulunduğu inanan bir diğer yapı da gamma selülozudur. Bir kısmının selülozda kalarak elyaf bağlanmasında çokça etkisi vardır.

Alfa selüloz kağıtlarının avantajları aşağıda yazılmıştır.

1. Saf ve beyaz renklidir.
2. Renk tutma kabiliyeti yüksektir.
3. Yapısı itibari ile homojendir.
4. Kimyasal maddelere karşı mukavemeti fazladır.
5. Biyolojik tahribata karşı dayanıklıdır.
6. Opaklık özelliği iyidir.
7. Tutkal emebilme yeteneği yüksektir.
8. Sıcaklığa olan direnci yüksektir (Nemli 2003).

1.1.9.2. Dekor Kağıtlarının Üretimi

Dekor kağıtlarının üretiminde uygulamada üç ayrı proses süreci vardır. İlk işlem kağıt yüzeyine desen basılmasıdır. İkinci aşama yine baskı ve son aşamada ise mürekkep baskı yapılmasıdır. Dekor kağıtlarının baskılanması esnasında takip edilen yollar maddeler halinde açıklanmıştır.

1. Kullanılan mürekkep su bazlıdır.
2. Baskı yüzeyi kurutmaya tabi tutulmaktadır.
3. Su bazlı reçine yardımıyla yüzey işlemi uygulanmaktadır. Bu reçinelerin hazırlanış şekli şöyledir.
 - a) Üre ve/veya melamin karışımları suda çözünen reçinelerdir. Sertleştirici kimyasalın yapısı; 100 sn' nin altında bir süre ve 100° C' nin üstünde bir sıcaklıkta sertleşme gösteren seyreltik özellikli asidik bir çözeltilidir.

a) Tutkal seçenekleri ise aşağıdaki gibidir;

- Akrilik reçinesi
- Suda seyreltilebilen polyester reçinesi
- Epoksi gliserin türevleri

4. Kağıt yüzeyi cilalanır ve basınçsız şekilde 100 °C' nin üzerinde sıcak havaya maruz bırakılarak kurutulur.

İstenilen desenin kağıt yüzeyine uygulanması yukarıda yazılı şartlarda gerçekleştirilir. Renk tercihimiz iki renkten yana ise renkli kağıdın üzerine diğer rengin basılması ile nihai renk elde edilir. Desenli kağıtların üretimi esnasında baskı yapılırken çıkan kağıtların kalitesi seri bir şekilde ard arda emrenyelenmesine bağlıdır. Son baskı mürekkebi her koşulda bitmiş baskı tabakasına işlenmelidir. Bölgeler arasında kalınlık farkı olmamalıdır. Ham kağıtların reçine emdirilerek kurutma işlemine tabi tutulduğu emrenye tesisi şekil 1.11'de gösterilmiştir.



Şekil 1.11. Emrenye tesisi genel görünüşü

Emprenyelenmiş kağıtta düz ve ahşap görünümlü yüzeyleri üretirken baskı filmleri diğerlerinden daha ince olmalıdır. Uygulamada başarılı bir ahşap desen baskısı gerçek yüzeyden ayırt edilemeyecek görünümde olur. Bu tarz üretimlerde kağıt tabakası protein içerikli gravür mürekkebi ve su bazlı mürekkep ile emprenyelenme durumundadır.

Emprenyelenme işlemi tamamlanan kağıtlar kurutma fırınından 100°C' den fazla bir sıcaklıkla basınçsız hava yoluyla geçerek kurutulmaktadır. Emprenyelenmede kullanılan kimyasal maddeler şunlardır;

1. Melamin reçineleri
2. Polyester reçineler
3. Üre reçineleri
4. Akrilik reçineler (US Patent 4532157 1998).

Ham kağıt bobinlerinin takılarak üretime alındığını ve banyo hattına geçişini şekil 1.12 göstermektedir.



Şekil 1.12. Ham kağıt bobininin üretim hattına verilmesi

1.1.9.3. Dekor Kağıtlarının Özellikleri ve Avantajları

Dekor kağıtları sektör koşulları ön görüldüğünde birçok avantaja sahiptir. Bu anlamda bu kağıtlardan istenen etki ve özellikler şöyle açıklanabilir. Estetik bir görünüm oluşturan dekor kağıtları yeni bir işlemde geçerek başka bir ürün haline gelmektedir. Dekoratif özellikler açısından bakıldığında emprenye ve baskı sırasında bu görünüm verilmektedir. İstenilen renk ve desenin kağıda kazandırılabilmesi kağıdın reçineyi absorbe etme özelliğine bağlıdır. Bu beklenen renk ve desen görünümü her durumda amacımıza uygun olmayabilir. Dekor kağıtlarının gramajı 70–115 gr/m² arasında olup işlem görecekt malzemeye göre değişmektedir. Bu dağılımın yapılabilmesi için kağıdın yüzeyinde leke olmaması, homojen bir lif dağılımı içermesi ve renk farklılıkları olmaması çok önemlidir. Yanma neticesinde % 30'dan yüksek kül meydana getirmemesi de istenen şartlardandır. Orman ürünleri endüstrisinin ve bağlı diğer üretim süreçlerinin gelişimindeki artış dekor kağıdı teknolojisinin de etkilemektedir. Kaplanmış yüzey malzemeleri kalitesi, özellikleri, baskılama değerleri gibi durumlar da bu gelişimden payını alacaktır. Bu alanda ihtiyaçların artmasının yanı sıra çok sayıda avantajı olması gelişimin sebeplerinden dir (URL -1 2010).

Bu avantajları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

Desen verebilme kabiliyeti: İstenilen renk ve desenin kağıdın yüzeyine basılabilmesidir. Ahşap yüzey görünümlü kağıtların üretilebilmesi bu özelliği desteklemektedir.

Maliyet masrafı: 1 metrekare dekor kağıdının üretim maliyeti hesaplandığında diğer malzemelere kıyasla daha azdır. Bu masraflara baskı, emprenye ve presleme işlemleri dahil edilmiştir.

Kullanım avantajı: Çeşitli desenlerde kağıtlar elde edilebilmektedir. Kullanım alanı çok geniş olması itibari ile tercih edebileceğimiz desen seçeneği çok fazladır.

Ekolojik özelliği: Dekor kağıtlarının üretimi ağaç malzemededen sağlandığı için yenilenebilir bir kaynak olma özelliğindedir. Atık kağıtların bertarafı yakarak yapılabilmekte bu da çevreye olabilecek olumsuz bir etkiyi yok etmektedir.

Kaplanmasının kolaylığı: Yüzey kaplama malzemesi olarak kullanımı kolay bir üründür.

Yaygın kullanımı: Dekor kağıtlarının kullanımı tüm dünya da yaygın bir şekilde devam etmektedir. Gelecekte en çok tercih edilen malzemler arasında olması kuvvetle muhtemeldir (URL -1 2010).

Orman ürünleri endüstrisi ve mobilya dekorasyon alanında yüzey kaplama malzemelerinin amaca uygun olarak kullanımını her geçen gün artış göstermektedir. Bu malzemelerin sayısı ve çeşidinin artması önemli derecede etki etmiştir.

Dekor kağıtlarının büyük bir kısmını ithal yollarla tedarik etmekteyiz. Ülkemizin sektör üzerindeki hareketi düşünöldüğünde dekor kağıdı üretimi açısından yatırım ihtiyacı olduğu açıktır. Endüstri kuruluşlarına gerekli destek ve teşvik verildiğinde ihtiyacımızı karşılayabileceğimiz yeni işletmelerin açılması söz konusu olabilir. Ülkemizin sahip olacağı yeni tesislerin ekonomik ve üretim değerlerine çok büyük bir katkı sunacağı görölmektedir. Ayrıca istihdam olanağı sağlayacak ve insanların pozitif algılarını kazanacaktır.

1.1.9.4. Dekor Kağıtlarının Kaplama Malzemesi Olarak Kullanımı

Günümüzde en fazla kullanılan yüzey kaplama ürünleri melamin kağıtları, melamin filmleri ve ağaç kaplama malzemeleridir. Teknolojik fırsatlar ve maliyet koşulları göz önüne alındığında ise melamin filmleri ve laminatlar ağaç kaplama malzemelerine tercih edilmektedir. Ayrıca gün geçtikçe melamin filmleri, sentetik hazır yüzey kaplama ürünleri ve laminatların kullanım oranı artmakta ve ağaç kaplama, pigment içerikli boyalar ve verniklerin kullanım oranı ise aynı doğtultuda azalmaktadır.

Dekor kağıtlarının yüzey kaplama üretimlerinde kullanılması mobilya ve yan kuruluşların bu alanda gelişmesi ile birlikte artış göstermiştir. Laminatların (HPL/CPL) sektör içerisinde bulunduğu olanak ve kapasitede ayrıca giderek artmaktadır. mobilya sektörünün önemli malzemesi olarak giderek artmaktadır. Bu tespiti destekleyen en önemli veriler ise 1990' lı yılların ilk dönemlerinde 4-5 firma laminat ithalatçısı konumda iken 1995 tarihinden itibaren 10-15 civarında şirket bu kategoride yer almıştır (Dilik 1997).

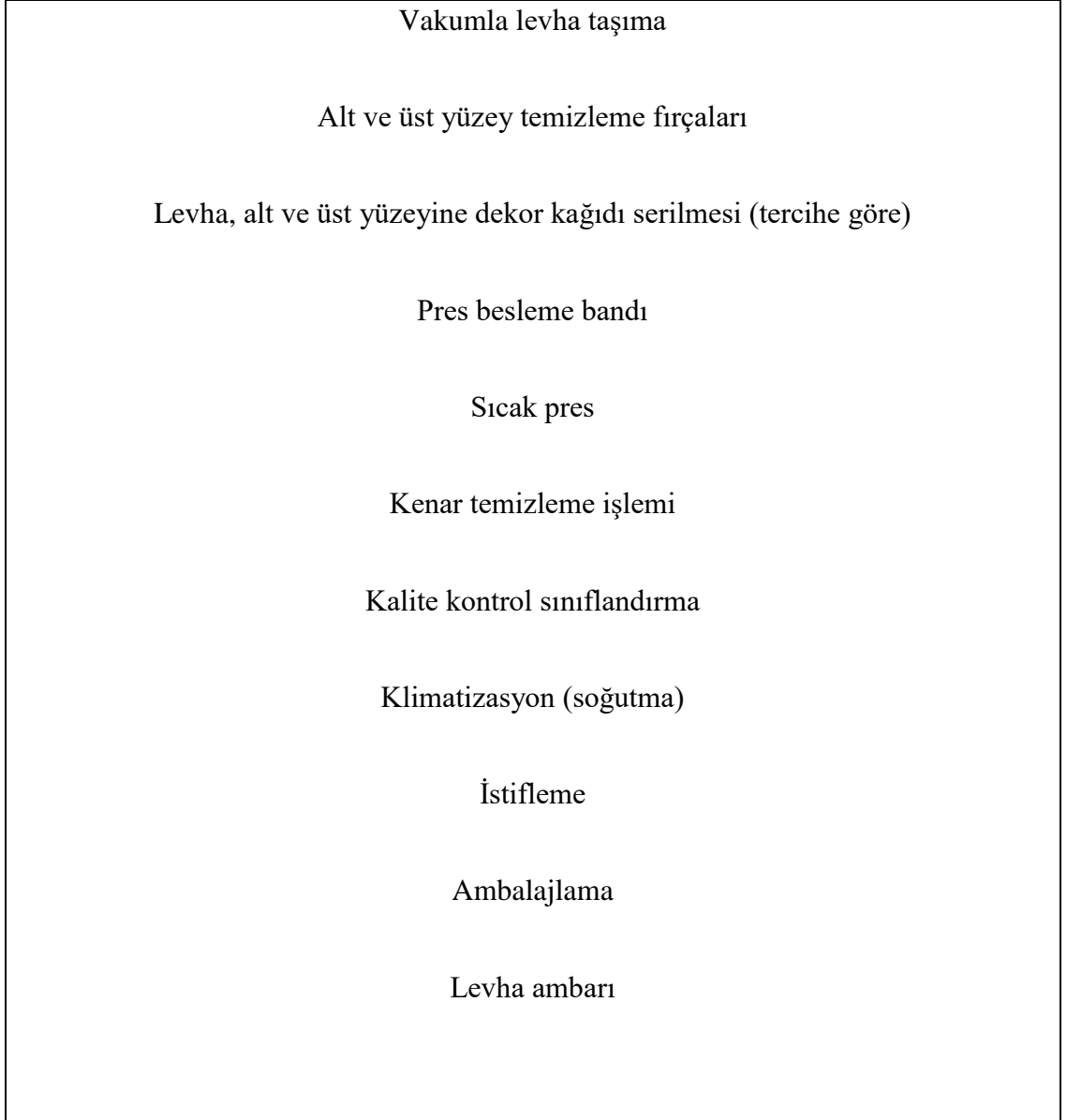
Dekor kağıtlarının yapısına reçine, tutkal reçeteleri ve reçine türlerinin özellikleri etki etmektedir. Bu anlamda daha çok melamin ve polyester reçinelerinden faydalanılmaktadır. Reçine emdirilmiş kâğıtların ilk türü 1960 tarihinde A. B. D de keşfedilen dially phthalete emdirilmiş kağıtlar reçine ile muamele edilmiş kağıtlara ilk örneklerdir. Melamin, polyester entegrasyonu ise 1964 yılında bu teknolojiye kazandırılmıştır. Polyester kaplamaların ağırlıklı kullanıldığı tarih 1960 lı senelerdir. Melamin esaslı reçinelerin hayatımıza girişi 1970'li yıllara dayanmaktadır. Melamin emdirilmiş kağıtlarda çizilmeye karşı mukavemet ve renk stabilizasyonu mevcuttur. Bunun yanı sıra kolaylıkla kırılma ve çatlama göstermektedir. Polyester kaplamalarda ise daha elastik ve daha uzun bir depolama süresine sahiptir. Şok direncinin yüksek olması ve işleme yeteneği açısından polyester kaplamalar daha avantajlı durumdadır. Melamin ve polyester reçinelerinin üretimi esnasında reçeteye üre kimyasal katılarak kağıtların kullanım ömürleri uzatılabilmektedir. Emprenyeleme işleminde reçine yüklemesi yaparken nihai kağıt ağırlığının % 50 – 60 oranında reçine emdirilmektedir. Gramajı ise 50 – 150 g/m² arasında değişmektedir. Polyester yüzey kaplama malzemelerinin levha yüzeylerine yapıştırılmasında pres süresi 15-30 sn, pres basıncı 12 – 20 kg/cm olarak uygulanmaktadır. Bu değerler üretim esnasında kağıdın özelliklerine, levhanın yapısına ve pres şartlarına göre değişmektedir. Son gelişmelerle birlikte Melamin kaplama malzemelerinde ise pres süresi 10-30 sn, pres basıncı 32-40 kg/cm²'dir. Bu basınç değerlerinde yaklaşık olarak 230-280 bar basınçta presleme yapılmaktadır. Her iki tip malzeme içinde pres sıcaklığı 140 – 200 °C arasındadır. Melamin esaslı kağıtların ısıya karşı dirençleri daha yüksektir (Nemli 2003).

Dekor kağıtlarının kullanıldığı malzemeleri şu şekilde sıralayabiliriz;

1. LPL (Düşük basınç laminatı)
2. Dekor folye (Finiş folyo)
3. Melamin filmleri (MFC), melamin kaplı yonga levha
4. HPL/CPL (Yüksek basınç laminatı / Rulo laminatı)
5. PBP (Baskı Kağıdı)

1.1.10. Dekor Kağıtlarının Lif levha Yüzeylerine Kaplanması

Melamin kaplama preslerinde gerçekleştirilen yüzey kaplama işleminde empenyelenmiş kağıtlar kaplanması planlanan levhaların ebatlarına uygun olmalıdır. Bu kağıtlar paletlerin üzerinde ve üst üste dizili biçimde üretilmektedirler. Zımpara işlemi tamamlanmış MDF üzerine serilmesi sureti ile preslenerek üretimde kullanılmalrı söz konusudur. MDF'lerin kaplanmasında lamine malzeme olarak kullanılacak dekor kağıtlarının reçine özelliğine göre depo ömürleri farklıdır. Örneğin üre-melamin reçineleri kağıtların 3-5 ay kadar ömrü varken tamamen melamin emdirilmiş dekor kağıtlarının raf ömrü 6 ay civarındadır. Kaplama üretimi iş akışı şekil 1.13' te verilmiştir.



Şekil 1.13. Dekor kağıtlarının levha yüzeyine kaplama iş akış şeması

Lif levhaların kaplanması sırasında istenen ürünün renk ve desen özelliğine göre üretim yapılmaktadır. Ürün rengini emprenyelenmiş kağıttan alırken desen yapısını ise preste bulunan plaka, pres sacı veya kalıp adı verilen metalden almaktadır. Pres plakasının görünümü ve dokusu çeşitli şekillerde olmaktadır. Plakanın yüzeyi parlak, mat ya da işlenmiş şekilde olabilir. Üretim esnasında proses koşullarının belirlenmesinde levha kalınlığı ve dekor kağıdının kimyasal reçete özelliği çok önemlidir.

Kaplama üretiminden önce levhanın zımparalanmış olması kaplanmış lif levhada kalınlık farklılıklarının olmasını en aza indirmektedir. Ayrıca levha yüzeyinin sertliği ve düzgünlüğü kaplama işleminde kaliteyi etkileyen nedenlerdendir. Zımparalama sırasında levhanın hammadde ağaç türünün yüksek oranda reçine ihtiva eden türlerden olması zımpara bandının kumları arasına dolmaktadır. Bu durum hem zımparalanmış levha yüzey kalitesini etkilemekte hemde zımpara bandının ömrünü kısaltmaktadır. Zımpara makinesinin çalışma hızını ve gücünü lif levhaların dış tabaka yoğunluğunun fazla olması etkilemektedir. Kaplama üretiminde levha yoğunluğunun homojen olması çok önemlidir. Zımparalanmış levhalarda kalınlık toleransı ekseri $\pm 0,25\text{mm}$ olarak kabul görmektedir. Levhanın her yerinde eşit olması gereken kalınlık ise aynı levha için tolerans $\pm 0.12\text{mm}$ değerindedir.

Kaplama laminasyonu sonrasında gerek yapısal gerekse kullanım amacına uygunluk açısından kaliteli bir yüzey elde etmek için yeknesak, sert ve düzgün bir levha yüzeyine sahip olmamız gerekmektedir. Levha yoğunluğunun yüksek olması bu anlamda iyi bir yüzey oluşmasını sağlayacaktır. Levha yüzeyinde zımpara bandı kum izleri, tutkal lekeleri, kabuk lekesi, parafin ve sertleştirici lekeleri gibi izler olmamalıdır. Ayrıca dış sebeplerden oluşabilecek çizik, kırık, darbeli şeklinde kusurlarda içermemelidir. Laminasyon kalitesini olumsuz etkileyecek toz, kir, leke, cisim parçacıkları, lif partikülleri bulunmaması gerekmektedir. Tüm bunlar levha yüzey görünümünü ve yapışmayı önemli ölçüde etkilemektedir. MDF prosesinden gelen kalın ve büyük lifler levha yüzeyinde boşluk meydana gelmesine neden olmaktadır. Masif odunun yapısından daha farklı olan lif levha yüzeyinde bu liflerin birleşmesi esnasında oluşabilmektedir. Dolayısı ile derin ve geniş boşluklar levha yüzeyinde çukurlaşma biçiminde görülmektedir. Bu boşluklar levhanın üst yüzey işlemine tabi tutulurken sorun oluşturmaktadır. Kaplama üretiminde ise düzgün olmayan levha yüzeyi her zaman dezavantajdır. Lif levha yüzeyinin stabil özellikte olması tabakalar arasında şişme ve kabarma problemini engellemektedir.

Melamin kaplama üretiminde presleme süresinin ve pres kütle sıcaklıklarının optimum değerlerde olması gerekmektedir. Pres süresinin çok fazla olması hem levha yüzey kalitesinin bozulmasına hemde üretim kapasitesinin düşmesine neden olmaktadır. Pres sıcaklıklarının ise gereğinden çok olması enerjinin atıl kullanılması

ve boşa harcanmasına sebep olmaktadır. Pres süresi ve sıcaklığın az olması da istenen yapışmanın sağlanamamasına neden olmaktadır. Reçine emdirilmiş kağıdın preslenmesi sırasında eğer levha rutubeti çok az veya çok fazla ise yapışma kalitesi yine uygun olmayacaktır. Levha rutubeti %7-9 arasında bir değerde planlanan üretim yapılabilir. Kaplama üretiminde kullanılacak levhaların düzgün olması, eğri çarpık, kamburlaşmış olmaması gerekmektedir. Zımparalamada levhanın alt ve üst yüzeyi eşit şekilde işlem görmelidir. Zımpara öncesi levhaların dinlendirilmesi pürüzsüz bir yüzey elde etmenin şartlarından biridir. Melamin kaplama tesisi kalite seçim istasyonu ve yıldız soğutma kolları bölümünden genel bir görünüş şekil 1.14'te gösterilmiştir.



Şekil 1.14. Melamin kaplama tesisi kalite seçim istasyonu ve yıldız soğutma kolları genel görünüşü

Kaplama üretiminde kaliteli ve sağlam ve dekoratif levhalar çıkmasının yanı sıra iç yapısının ne kadar önemli bir konu olduğunda unutulmamalıdır. Son kullanıcı müşteriler levhaları ebatlarken bu hassasiyet karşılıklarına çıkacak ve nihai ürün aşamasında memnun kalınacak bir yarı mamul isteyeceklerdir.

Üretimi tamamlanmış bir MDFLAM stabil boyutsal kararlılıkta olmalıdır. Aynı zamanda kolay işlenebilen, çizilmeye karşı dirençli, vida tutma kabiliyeti yüksek, çeşitli ebatlara kesilebilecek standartta, eğilme, elastikiyet modülü, sigara testi, çapraz kesit testi, yanmaya karşı mukavemet gibi özellikleri belli sınırların üzerinde olması gerekmektedir.

Lif levha yüzeyine dekoratif yüzey kaplama kağıdının yapıştırılmasında üre, melamin ve üreformaldehit-melamin tutkalları gibi sıcaklık ve basınç altında sertleşen kimyasallar kullanılmaktadır. Bu tutkallar kısa sürede sertleşmelidir. Yapışma dirençleri yüksek rutubet ve ısıya karşı dayanıklı olmalıdır. Kaplama proses koşullarında reçine emdirilmiş kağıtlara uygun pres süresi, pres sıcaklıkları ve basınç seçilmelidir. Zımpara sonrasında levhanın yüzey sıcaklığının fazla olması kaplama üretiminde sorun oluşturabilir. Kullanılacak kağıtların rutbeti bu bağlamda önemlidir ve göz önünde bulundurulmalıdır. Kaplamada presleme işleminde levha pres ilk düştüğü anda kağıdın jelleşme süresi etkilidir. Bitmiş üründe yüzeysel kusurların meydana gelmemesi açısından bu tür etkenler önem arz etmektedir (Kalaycıoğlu 2005).

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Akbulut ve ark. (2000) tarafından üretim koşullarını değiştirmemek kaydıyla yapılan çalışmada % 100 saplı meşe, karaçam ve doğu kayını türlerinden üretilen MDF' ler üzerinde formaldehit emisyonu, yüzey emiciliği (toluen) ve yüzey pürüzlülük testlerinden çıkan sonuçlara göre, karaçam odunundan üretilen MDF'lerin yüzey pürüzlülük ve yüzey absorpsiyon değerlerinin diğer türlerle karşılaştırıldığında daha yüksek geldiği tespit edilmiştir.

Akgül (2006) yaptığı çalışmada üre ve melamin formaldehit tutkalı kullanarak 600,700 ve 800 kg/m³ yoğunluklarda lif levhalar üretimi gerçekleştirmiştir. Lif levhaların üretiminde mısır sapsularının değerlendirilmesi çalışmasındaki elde edilen sonuçlara göre suya karşı dayanımın düşük olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen levhaların mekanik özellikleri incelendiğinde standart değerlerin üzerinde sonuçlar elde edildiği görülmüştür. Orta yoğunluklu bir levha üretiminde mısır sapsularının kullanımının kabul değerlerinde olması bu üretimin yapılabilirliğini göstermektedir.

Ayrılmış (2000) MDF'nin teknolojik özellikleri üzerine ağaç türünün etkisini belirlemek amacıyla farklı İYA ve YA türlerinin (saplı meşe, doğu kayını, karaçam, karışım) yonga karışımlarını kullanarak aynı yoğunlukta MDF'ler üretmiştir. Yapılan deneylerden elde edilen değerler sonucunda kalınlığına şişme ve su emme, eğilme direnci, elastikiyet modülü, levha yüzeyine dik ve paralel yönde çekme direnci, vida tutma gücü ve levha yüzeyine dik yönde janka sertlik değeri bazı fiziksel ve mekanik özellikler üzerine ağaç türünün etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Doğanay (1995) Mobilya üretiminde kullanılan yonga levha, orta yoğunlukta lif levha (MDF) werzalit ve doğu kayını (*Fagus orientalis spp*) odunu üzerinde, vida tutma dirençleri gerçekleştirmiştir. Deneyler sonucunda; vida tutma direnci açısından en etkili malzemenin her iki yönde de doğu kayını odunu olduğunu belirlemiştir.

Göker ve ark. (1997) "Odun Kökenli Bazı Levhaların Yüzey Pürüzlülüğü Üzerine Araştırmalar" konulu çalışmalarında; orta yoğunlukta lif levha (MDF), lif levha, yonga levha ve kontrplakta yüzey pürüzlülük değerlerini tespit etmişlerdir. Sonuç olarak örnekler arasında en düşük ortalama pürüzlülük değeri (Ra) 4.22 mm ile sert

lif levhada ölçülmüş ve bu değeri sırası ile orta yoğunluktaki lif levha, kontrplak ve yonga levhada ölçülen ortalama pürüzlülük değerlerinin izlediğini tespit etmişlerdir.

Güler ve ark. (2004) tarafından yapılan çalışmada pamuk saplarından yonga levhalar üretilmiştir. Pamuk saplarından elde edilen yongalar orta tabakalar için % 6–8–10, yüzey tabakaları için % 8–10–12 oranlarında üre formaldehit tutkalı ile tutkalanıp 150 °C’ de 6 dakika süreyle preslenerek 20 mm kalınlığında 400–700 kg/m³ yoğunluklarında üç tabakalı levhalar üretilmiştir. Ayrıca kontrol panellerinde orta tabaka için % 10 ve yüzey tabakalar için % 12 fenol formaldehit tutkalı uygulanmıştır. Pamuk sapı yongalarından üretilen panellerin eğilme dirençleri 3,31–16,79 MPa (fenol formaldehit tutkalıyla üretilen kontrol panellerinde 17,95 N/mm²), iç yapışma dirençleri 0,110–0,563 MPa (fenol formaldehit tutkalıyla üretilen kontrol panellerinde 0,591 N/mm²) olarak tespit edilmiştir.

Halvarsson ve ark. (2005) tarafından yapılan bir çalışmada buğday saplarından orta yoğunlukta lif levha üretilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre orta yoğunlukta lif levha üretiminde buğday liflerinin melamin üre formaldehit tutkalı ile uyumlu olduğu ve üretilen levhaların performans özelliklerinin ilgili standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Hızıroğlu (1993) yaptığı çalışmada Titrek kavak ve Kızılçam odunları kullanarak yonga levhalar üretilmiştir. Üretilen levhaların yüzey kalitesi ve yüzey stabilitesi belirlenmiştir. Deney sonuçları incelendiğinde kızılçam tomruklarının genç odun kısımlarından üretilen levhalarının boyuna genişmesinin anormal derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. Yonga boyutlarının artışının boyuna genişmeyi bir miktar arttırdığı, % 50 bağıl nemde levha özgül ağırlığı artışının yüzey pürüzlülüğünü önemli miktarda azalttığı, % 50 bağıl nemden % 80 bağıl nem şartlarına getirilen yonga levhalarda pürüzlülük miktarlarının rutubete bağlı olarak önemli miktarda arttığı belirlenmiştir.

Hızıroğlu (1996) “Odun Kompozitleri Yüzey Pürüzlülüğü: İğne Taramalı Yöntem” konulu araştırmasında; sert lif levha ve orta yoğunluktaki lif levha yüzey pürüzlülüğünü iğne taramalı yöntem ile ölçerek belirlemeye çalışmıştır. Sonuç

olarak; sert lif levhada yoğunluğun yüzey pürüzlülüğünü etkilediğini, orta yoğunluktaki levha ile karşılaştırıldığında sert lif levhanın daha iyi yüzey stabilitesi gösterdiğini, orta yoğunluktaki lif levhada yoğunluk ile yüzey pürüzlülük ilişkisinin belirgin olmadığını tespit etmiştir.

Lee et al. (2006) tarafından bir çalışmada bambu ve şeker kamışı liflerinin karışımından lif levhalar üretilmiştir. Şeker kamışı ve bambu liflerinin karışımlarından üretilen sert lif levhaların eğilme dirençleri 32-40 MPa, elastikiyet modülleri 3,6–3,8 GPa, iç yapışma dirençleri 1,2–1,4 MPa, kalınlığına şişme miktarları % 13-17, orta yoğunlukta lif levhaların eğilme dirençleri 12–18 MPa, elastikiyet modülleri 1,8–2,5 GPa, iç yapışma dirençleri 0,44–0,71 MPa, kalınlığına şişme miktarları % 13–15 olarak görülmüştür.

İstek (1999) “Sert Lif Levhaların Fiziksel ve Mekanik özelliklerine Sıcaklık ve Basınçın Etkisi” adlı çalışmasında MDF üretiminde proses iş akışı içerisinde presleme süresi ve pres basınç değerlerinin levhanın fiziksel ve mekanik özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, TS EN standartları kullanılarak belirlenmiştir. Araştırma sonucunda sıcaklık ve basınç artışının levhaların fiziksel ve mekanik özelliklerini olumlu yönde etkilediğini tespit etmiştir.

Koç (2002) “MDF-Profil Kalitesi Üzerine Etki Eden Temel Faktörler” adlı çalışmasında profil üretiminde kullanılacak MDF’nin standart MDF’lerden farklı olarak gerek ağaç türü, tutkal miktarı gibi hammadde, yongalama tipi, kimyasal madde özellikleri bakımından ve gerekse üretim aşamasında pişirme zamanı, lif rutubeti, sertleştirici oranı, presleme şartları (basınç, sıcaklık ve presleme süresi), özellikle yoğunluk profili gibi önemli noktalar açısından ayrı bir proses ve üretim koşulları olması gerektiğini belirlemiştir.

Roffael (1988) Yaptığı bir çalışmada fenol formaldehit tutkalının yüksek oranda alkalilik içermesinin tutkalın depolanabilme süresini artırdığını kestane ve meşe gibi ekstraktif maddeleri yüksek odun türlerinin yongalarının tutkallanmasında fenol formaldehit kullanılacaksa alkali oranının yüksek olması tercih edilmesinin

gerekliliğini belirtmiştir. Bu durumlarda uygulamadan önce reçineye alkali ilavesi gerekebileceğini, ancak FF içindeki alkali oranının yüksek olmasının, yapı sektöründe kullanılan levhaların metal konstrüksiyon bağlantı elamanlarında korozyon oluşturma oranını artırdığını tespit etmiştir.

Ustaömer ve ark. (2007) orta yoğunlukta lif levhaların yüzey özellikleri (MDF) üzerinde bor kimyasalının etkisini araştıran çalışmada bulunmuşlardır. Bu doğrultuda yangın geciktirici çeşitli bor bileşikleri kullanarak MDF’de yüzey pürüzlülüğü ince bir iğne tekniği kullanılarak ölçülmüştür. Yapılan laboratuvar testleri ve analizleri neticesinde bor bileşikleri ile üretilen panellerin yüzeylerinin daha düzgün oldukları belirlenmiştir.

Wu (2001) tarafından yapılan çalışmada şeker kamışlarından yonga levhalar üretilmiştir. Şeker kamışı yongaları % 5–8 oranında di fenil metan di izosiyanat tutkalı ile tutkalanarak 185 °C’ de 2,5 dakika preslenerek 6,65–7,40 mm kalınlıklarında ve 840–900 kg/m³ arası yoğunluklarda paneller üretilmiştir. Şeker kamışlarından üretilen yonga levhaların eğilme dirençleri 19,11–27,88 MPa, elastikiyet modülleri 2,30–3,79 GPa, iç yapışma dirençleri 1,63– 2,70 MPa ve levhaların merkezlerindeki kalınlığına şişme miktarları %8,6–11,9 olarak belirlenmiştir.

Ye et al. (2007) tarafından yapılan çalışmada buğday ve soya fasulye saplarından elde edilen lifler ile odun lifleri kullanılarak orta yoğunlukta lif levha (MDF) üretilmiştir. Buğday/Odun (% 100–0,% 50–50,% 0–100) liflerinden üretilen panellerin eğilme dirençleri 18–30 N/mm², elastikiyet modülleri 2500–3200 N/mm², iç yapışma dirençleri 0,38–0,80 N/mm², kalınlığına şişme miktarları %3–35 olarak görülmüştür. Soya fasulyesi/Odun (100-0,50-50,0-100) liflerinden üretilen levhaların eğilme dirençleri 18–30 N/mm², elastikiyet modülleri 2400–3200 N/mm², iç yapışma dirençleri 0,385–0,81 N/mm², kalınlığına şişme miktarları %2–17,5 olarak görülmüştür.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Hammadde Temini

MDF üretiminde hammadde olarak kullanılan kayın odunları Karadeniz bölgesi Ordu ili Akkuş ilçesi, kızılçam odunları Ordu ili Mesudiye ilçesi Orman Bölge Müdürlüklerinden temin edilmiştir.

3.1.2. Levha Üretiminde Kullanılan Kimyasal Katkı Maddeleri

Çalışma süresince numunelerin elde edildiği MDF'lerin üretiminde yer alan tutkal, sertleştirici, parafin kimyasallarının yapılarına dair değerler çizelge 3.1'de verilmiştir. Buna göre; 1: 1,22 mol oranında % 63 lük üre formaldehit tutkalı sulandırılarak konsantrasyonu % 51'e indirilip tutkal borusunun dört ayrı noktadan enjekte edilerek % 9-11 oranında katı madde içeriği ile life katılmıştır. Sertleştirici olarak % 10'luk amanyum klorür çözeltisi hazırlanmış olup tutkaldan önce life ilave edilmiştir. Bu işlem kurutma hattından evvel lif borusu yoluyla yapılmıştır. Katı madde oranı da tutkalın katı maddesine oranla % 0,8 olarak eklenmiştir. Bu karışımda jelleşme zamanı 75 sn bulunmuştur. Hidrofobik kimyasal madde tercihi parafindir. Liflerin pişirme kazanına girmesinden önce yongaya eşit olarak karıştırılmış olup kuru life oranı % 1' oranında ilave edilmiştir.

Ürün Karakteristiği	Birimi	Ölçüm Değeri
Ürün Adı: Üre formaldehit		Baks E2 - 63
Görünüş		Berrak, Beyaz sıvı
Katı Madde	gr/cm ³	63
Formaldehit / Üre Mol Oranı	%	1,15
Yoğunluk (20 C°)	gr/cm ³	1,27
Vizkosite (20 C°)	cps	80
Akma Zamanı (20 C°, FC4)	sn	25 - 30
Jelleşme Zamanı (100 C°) (%10 luk NH ₄ Cl)	sn	30-50
Ph		7,6 – 8,8
Serbest Formaldehit Miktarı	%	0,12-0,22
Metilol Grupları	%	16-18
Depolama Zamanı (20 C°, gün)	gün	35
Ürün Adı: Parafin		Işıksan IK - 1200
Görünüş		Krem, light
Katı Madde	%	40 + 1
Ph		7
Spesifik Gravite		0,92
Erime Noktası	C°	52 – 56 min
Yağ Oranı	ağ, %	1,5 max
Penetrasyon		30 - 33
Ürün Adı: Sertleştirici		Amonyum Klorür NH ₄ Cl
Görünüş		Kirli beyaz
Katı Madde	%	9-10
Yoğunluk	gr/cm ³	1,02
Yapı		Kristal taneli

Çizelge 3.1. MDF üretiminde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri

3.2. Yöntem

3.2.1. Deney Levhalarının Üretimi

Bu araştırmada adı geçen ağaç türleri olan Kayın ve Kızılcım odunları Pallman model yongalama makinesinde 25x20x5 mm boyutlarında yonga haline getirilmiştir. Çalışmada kullanılan yongaların karışım oranları ara siloda devirleri ayarlanabilen dörtlü helezonlarla Çizelge 3.3’ deki oranlarda hazırlanmıştır. Yabancı maddelerden uzaklaştırılarak ve homojen bir yonga boyutu elde edilmesi için işlemlerden geçmektedir. Yongalar önce sarsak elekten geçer ve ardından bant yoluna montajlanmış metal tutucu dedektör kontrolü ile hatta devam etmektedir. Taşıyıcı bantlar yardımıyla liflemeye götürülmek üzere yonga silolarına aktarılmaktadır.

Lif üretimi Palmann tip makinede elde edilmiştir. Yongaların liflendirme işlemi rafinörlerde 9 atü buhar basıncı ile yapılmıştır. Uygulamada 180 °C'de 1,5-2 dakika pişirme süresi ile gerçekleştirilmiştir. Kimyasal maddeler liflemeden sonra ilave edilmiş olup ortalama % 65 rutubette kurutucuya gönderilmiştir.

Kurutucunun boyutları 180 cm çapında ve 150 m uzunluğunda boru şeklindedir. Sıcak hava 24-34 m/sn hızla hareket etmekte (giriş sıcaklığı 170-180 °C, çıkış sıcaklığı 55-65 °C) temas eden lifler % 5-10 rutubet değerine kadar kurutulmuştur. Kurutulan lifler pnömatik hat yoluyla serme hattına sevk edilmektedir. Mekanik serilen lifler dağıtıcı tırmık ile düzeltilerek ağırlıkları ayarlanmaktadır. Buradan ön pres serme bantından geçerek prese gitmektedir. Serme bantları boyunca pasta taslağı ilerlerken yan kenarlarda bulunan düzeltme daire testereleri ile kesilerek fazlalık lif tekrar emiş fanı tarafından çekilerek ve lif bunkerine aktarılmaktadır.

Presleme işlemi Küsters marka sürekli preste yapılmıştır. Serme bölümünden taşıyıcı bantlar vasıtası ile ön prese giren levha taslağı istenen kalınlık ve form düzeyine ulaştıktan sonra sürekli preslemeye hazır hale gelmektedir. Sıcak preslemenin üretim şartları 180-240 °C sıcaklık ve 35–40 kg/cm² basınç verilerek son kalınlığına erişmiş bir MDF nin üretimi sağlanmıştır.

Presten çıktıktan sonra levhaların testereye girmesi ile ebatlama gerçekleştirilmiştir. Kalite kontrolü sırasında kalınlık ve levha yüzey düzgünlüğü, form yapısı gibi kısıtlara bakılmıştır. Yıldız hattında kollar üzerinde dinlendirilmeye alınan levhalar 25-40 dk kadar klimatize edilerek sıcaklıkları 105 °C'den 35 °C'ye düşürülmüştür. Levhaların zımparalama öncesinde yaklaşık 5-12 gün süre ara dinlenmeye alınması gerekmektedir. Bu amaçla levhalar uygun koşullardaki mamul deposuna bırakılmıştır. Mdf lerin iç gerilimi, yüzey sıcaklıkları ve kimyasal tepkime gibi çalışmaları bu aşamada yapılmıştır. Levhaların günü geldikçe zımparalama işlemi başlatılmıştır. Bunun için kaba zımparalamada imeas marka zımparalama makinesi kullanılmıştır. Levhalar İnce zımparalamada ise bison ve steinemann marka iki adet zımparalama makinesinde geçirilmiştir. Levha yüzey özellikleri, zımpara toz payı ve yüzey sertliği çok önemlidir. Bu anlamda kullanılan 50, 60, 80 ve 100 nolu zımpara

bantları ile brüt 19,0-19,5 mm ham kalınlıklardan 18 mm $\pm 0,1$ kalınlığa inilmiştir. Araştırmada kullanılan numunelerin üretimi sırasındaki çalışma değerleri Çizelge 3.2’de verilmiştir.

Proses Değerleri	Ölçüm Birimi	Ölçüm Değeri
Yonga Boyutları	mm	25 x 20 x 5
Yonga Rutubeti	%	45-60 min.
Lif Boyutları (Kalınlık x Boy)	mm	0,1-07 x 0,5-10
Yonga Pişirme Sıcaklığı	°C	180-200
Yonga Pişirme Süresi	dak.	1,5-2
Refinör Disk Açıklığı	mm	0,1-0,5
Pişirme Buhar Basıncı	bar	8 - 10
Kurutma Hava Giriş Sıcaklığı	°C	170-180
Kurutma Hava Çıkış Sıcaklığı	°C	55-65
Kurutma Hattı Uzunluğu	m	150
Kurutma Hattı Çapı	m	1,8
Kurutma Hızı	mm/sn	28-30
Taslak Rutubeti	%	5,5-8,5
Sertleştirici NH ₄ Cl (Katı tutkala oranla)	%	10
Jell Time	sn	65-75
Ön Pres Basıncı	bar	200-220
Pres Basıncı	kp/cm ²	35-40
Pres Sıcaklığı	°C	180-240
Pres Zamanı	mm/sn	170-175
S. Pres Faktörü	sn/mm	6 - 6,5 sn/mm
Klmatize Süresi	dak.	45

Çizelge 3.2. Araştırmada kullanılan numunelerin üretimi sırasındaki çalışma değerleri

Çizelge 3.3’de iki farklı hammadde olan kızılçam ve kayın yongalarından deneme MDF’lerinin üretiminde esas alınan karışım oranları verilmiştir.

Hammadde Karışım Oranları (%)		
Levha Tipi	Kızılçam	Kayın
Karışım	20%	80%

*karışım: %20 Kızılçam lifi + % 80 Kayın lifi

Çizelge 3.3. Numune levhalarının hammadde karışım oranları

Sıra No	Parafin Miktarı	Deney Levha Ebatları (EnxBoy)	Zımpara Sonrası Kalınlık	Ölçülen Numune
	kg/m ³	mm	mm	Adet
1	4	2100x2800	18	10
2	7	2100x2800	18	10
3	9	2100x2800	18	10

Çizelge 3.4. Çalışma levhalarının üretim şartları ve hazırlanışı

3.2.2. Dekor Kâğıtları Emprenyelenmesi

Araştırmamıza konu olan dekor kağıdının tutkallanması emprenye tesisinde yapılmıştır. Dekor kağıtları ham bobin halinde Deurowood firmasından temin edilmiştir. Bu kağıtların üretim koşulları Çizelge 3.5’de verilmiştir. Emprenye işleminde istenen rutubet değerleri, jelleşme zamanı, fırın sıcaklıkları, kağıdın hat içerisinde ilerleme hızı gibi faktörler seri üretim esnasında ayarlanmıştır. Kurutma fırınlarının devir sayıları ile nihai kurutma işlemi yapılmıştır. Dekor kağıtlarının final rutubeti: 5,5- 6 olarak ölçülmüştür. Kağıt gramajı ise ham kağıtta 70 gr/m², emprenyeli kağıtta 168 gr/m² ‘dir.

Kaplanmasını planlanan dekor kağıtlarının emprenye üretim şartları Çizelge 3.5’ de verilmiştir.

Dekor Kâğıdı Üretim Parametreleri		Fırın Özellikleri	1.Fırın	2.Fırın	3.Fırın	4.Fırın	5.Fırın	6.Fırın
Beyaz	ÜF	İLERLEME HIZI 40 (m/dk)						
Kağıt Gramajları (gr/m ²)	169	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800
	173	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800
	182	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800
	186	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800
	197	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800
	199	FS (°C)	125	160	160	160	150	155
		FD (dev/dk)	800	800	800	800	800	800

* FS Fırın Sıcaklığı (°C), FD Fan Devir Sayısı (dev/dk)

Çizelge 3.5. Çalışmada kullanılan dekor kağıtlarının empenye üretim şartları

Dekor kağıtlarının empenyelenmesinde ilave kimyasal maddeler verilmiştir. Kaplama tesislerinde pres tablasına yapışmayı önleyici kalıp ayırıcı, kağıdın kırılabilirliğini gidermek amacıyla da ıslatıcı madde kullanılmıştır. Dekor kağıtlarının birbirlerine yapışmamasını sağlamak üzere antiblock eklenmiştir. Kağıtların tutkallanması sırasında oluşan tozu en aza indirmek için ise toz önleyici kimyasal madde kullanılmıştır.

Çizelge 3.6 Dekor kağıtlarının emprenye işleminde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri verilmiştir.

Kontrol özelliği	Toz önleyici (ADT)	Islatıcı (MA)	Kalıp ayırıcı (PHE)	Sertleştirici (KS-N)	Antiblock	ÜFR-50 tutkalı
Yoğunluk	951	1007	1045	1307	1021	1202
pH	7,29	6,2	7021	6,37	6,44	7,44
Viskozite	46	13	12	15	10	12

Çizelge 3.6. Dekor kağıtlarının emprenye işleminde kullanılan kimyasal maddelerin özellikleri

3.2.3. Levhaların kaplanması

Zımparalanmış 18x2100x2800 mm ebatlı ham levhalar hattın istif giriş kısmında forklift vasıtası ile bırakılır. Operatör tarafından kontrolü sağlandıktan sonra levha istasyonuna alınır. Burada levhalar vakumlu taşıyıcı ile serme bantları üzerine verilerek üretime alınır. Çekme şeridi adı verilen kağıdı levhanın üzerine çeken vakumlu tutma prensibi ile çalışan makina ile kağıt levhanın alt yüzeyine serilir. Levhanın her iki yüzeyi kaplanacak ise levhanın üst yüzeyinde kağıt serme işlemi yapılır. Kaplama levhanın alt yüzeyine olmak üzere bir yüzeyine yapılmıştır. Kaplanmayan üst yüzey yarı mamul kullanıcı müşteri tarafından farklı bir işleme tabi tutulmaktadır. Levhaların kaplanması sırasındaki üretim koşulları 3.7'deki çizelgede gösterilmiştir.

Kaplama üretim tesisi	Pres desen sacı	Pres alt kütle sic.	Pres üst kütle sic.	Kütle Sic. Farkı	Pres basıncı	Pres süresi
		°C	°C	°C	kg/cm ²	sn.
Kaplama 1	Naturel	204	179	25	34	20
Kaplama 1	Ç. bute	204	179	25	34	20
Kaplama 1	Freze	204	179	25	34	20
Kaplama 1	Düz	204	179	25	34	20
Kaplama 2	Düz	204	179	25	34	20
Kaplama 3	Düz	204	198	6	34	20
Kaplama 3	Düz	204	192	12	34	20
Kaplama 3	Düz	204	189	15	34	20
Kaplama 3	Düz	204	183	21	34	20
Kaplama 3	Düz	204	179	25	34	20

Çizelge 3.7. Levhaların kaplanması esnasındaki üretim koşulları

3.2.4. Deney Numuneleri

Çalışma içerisinde faydalanılan deney numuneleri TS EN 326–1 (1999) ahşap esaslı levhalar-numune alma kesme ve muayene bölüm 1'e göre; deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi standardına göre yapılmıştır. Kesim planı şekil 3.1' de gösterilmiştir.

Deney	Deney Numuneleri Numarası
Yoğunluk - Rutubet	D1'den D6'ya kadar
Eğilme ve elastikiyet modülü	B1'den B12'ye kadar
Şişme kalınlığı	Q1'den Q8'e kadar
Çekme mukavemeti	I1'den I8'e kadar

Çizelge 3.8. Fiziksel ve mekanik özelliklerin tayini için deney numunelerinin seçimi

Deneme levhalarından yapılacak deneylerin adları, numune boyutları ve adetleri ile uygulanan standartların numaraları Çizelge 3.9'da verilmiştir.

Deney Adları	Numune Boyutları	Adet	Standart No
	mm		
24 Saat Suda Kalınlığına Şişme	50x50	10	TS EN 317
24 Saat Su Emme	50x50	10	TS EN 317
Levha Yüz. Dik Yönde Çekme Direnci	50x50	10	TS EN 319
Eğilme Direnci	50x410	10	TS EN 310
Eğilmede Elastikiyet Modülü	50x410	10	TS EN 310

Çizelge 3.9. Deneme levhalarında yapılacak deneylerin adları, numune boyutları, adetleri ve uygulanan standart numaraları

3.2.4.1. Deney Numunelerinin Boyutlarının Ölçülmesi

Deney numunelerinin boyutlarının tayini TS EN 325 ahşap esaslı levhalar deney numunelerinin boyutlarının tayini standardı esas alınarak yapılmıştır.

3.2.4.1.1. En ve Boy Ölçme Aleti

Deney numunesi örneklerini ölçümünde en az 5 mm yüzey genişliğini ölçebilecek 0,1 mm okuma hassasiyetli sürmeli kumpas veya herhangi ölçme aleti kullanılmaktadır. Numune kesim planı TS EN 326-1'e göre uygulanmaktadır.

Deneylelerdeki numune boyutları ilgili testin metodlarına göre hazırlanmıştır. Deneylein yapılabilmesi numune parçaları için gerekli koşulların sağlanmasına bağılıdır. Söz konusu şartlar 20 ± 2 °C sıcaklık ve % 65 ± 5 nispi rutubet miktarı ile stabilite kazandırılmış bir ortamdır. Deneyle parçasının sabit bir kütle halinde olması durumu sabit kütlede göz önünde tutulan durum, deneyle parçasının 24 saat ara ile tartılmış iki ölçüm neticesinde kütle ağırlığının % 0,1'den daha çok değışmemesi halini ifade etmektedir. Çalışmada yer verilen deneyle numunelerinin sayısı ve ebatları yapılacak olan testin ilgili standardizasyondaki tarifine göre yapılmıştır.

3.2.4.1.2. Kalınlık Ölçme

Genişlik ve uzunluk ölçme aleti TS EN 325'de belirtilen 0,01 mm hassasiyette ölçüm yapabilen mikrometredir. TS EN 326-1 standardında ifade edildiğı şekilde deneyle parçalarının numune alma ve kesilmesi işlemleri yapılmıştır. Çalışmamızda elde edilen levhalarından kesilmiş parça boyutları; deneyle numuneleri, kare biçiminde ve anma kenar uzunluğu 50 mm olarak alınmıştır. Kalınlık ölçüm cihazının kullanımı deneyle numunesine 0,01 mm hassasiyetle titiz ve kontrollü bir uygulama ile gerçekleştirilmiştir.

En ve boy ölçümü; Deneyle numunelerinin en ve boy ölçümünde sürmeli kumpasın çenesi parça üzerine fazla bastırmadan yerleştirilir. Ölçüm yaptığımız kumpasın pozisyonu deneyle numunesinin yüzeyine 45° açı oluşturacak biçimde eğimle uygulanır. Deneyle numunelerinin en ve boy ölçümlerinde 0,01 mm duyarlılıkla çalışan sürgülü kumpas kullanılmıştır.

3.2.5. Levhaların Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.5.1. Levha Yoğunluğu

Levha yoğunluğunun tayininde numunlerimiz TS EN 323/1 standartlarına uygun özelliklerde hazırlanmıştır. Numune kesim planı levhaların uzunluğuna paralel ve dik yönlerde kesilerek 50x50 mm ebatlarında 10'ar adet örnek alınması şeklinde uygulanmıştır. Örnekler 20 ± 2 °C sıcaklık % 65 ± 5 bağıl neme sahip klima odalarında ağırlığı değışmez hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Hassas terazide 0,01 gr.

hassasiyette ağırlıkları ölçülmüştür. Numunelerin hacim hesabının yapılması amacıyla uzunluk, kalınlık ve genişlik değerleri 0,01mm duyarlılıktaki mikrometre yardımıyla ölçülerek bulunmuştur (Şekil 3.2).

Levha yoğunlukları Eşitlik 3.6' dan faydalanılarak hesaplanmıştır.

$$\delta = axbxd / (gr / cm) \quad (3.1)$$

Burada;

- m : Birim hacim ağırlık (gr)
a : Örnek uzunluğu (mm)
b : Örnek genişliği (mm)
d : Örnek kalınlığı (mm)



Şekil 3.2. Yoğunluk test düzeneği

3.2.5.2. Levha Rutubet Miktarı

Rutubet miktarının belirlenmesinde TS EN 322 standardına uygun olarak, levhalar uzunluğuna paralel ve dik yönlerde kesilerek 50x50 mm ebatlarında 10 adet örnek kullanılmıştır. Örnekler sıcaklığın 20 ± 2 °C ve bağıl nemi % 65 ± 5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa ulaşana kadar bekletilmiş ve her bir örnek 0,01gr duyarlılıkta terazide tartılarak ağırlıkları belirlenmiştir. Klimatize işleminden sonra

örneklerin ağırlıkları 0.01 gr duyarlıdaki terazide ölçülmüş ve etüve yerleştirilerek 103±2 °C tam kuru hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Levhaların rutubet miktarının belirlenmesinde Eşitlik 3.2' den yararlanılmıştır.

$$r(\%)=(m_r-m_0)/m_0 \times 100 \quad (3.2)$$

Burada;

m_r = Rutubetli ağırlık (gr),

m_0 = Tam kuru ağırlık (gr),

r = Rutubet.

3.2.5.3. Levhanın Su Alma Miktarı

Levhanın su alma miktarı deneyi ASTM D 1037 standartları kapsamında yapılmıştır. Bu test için levhaların dik ve uzunluğuna paralel yönlerde 50x50 mm boyutlarında 10 adet örnek kullanılarak tamamlanmıştır. Levhanın su alma miktarının belirlenmesinde faydalanılacak numunelerin bırakılacağı deney ortamı sıcaklığın 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 civarında ayarlanmalıdır. Bu koşullar altında ağırlığı değişmeye kadar bekletilen örnekler 0,01gr duyarlılıktaki hassas teraziye alınarak ağırlıkları tespit edilmiştir. Bu işlemden sonra 20 °C derecedeki temiz suya su yüzeyinin 25 mm altında olmasına dikkat ederek 2 ve 24 saat boyunca suda bekletilmiştir. Sudan çıkarılan numunelerin üzerindeki fazla su miktarı bir bez yardımıyla alınmıştır. Yine 0.01 gr duyarlılığa sahip hassas terazide tartım yapılarak ağırlıkları kaydedilmiştir. Levhanın su alma miktarının belirlenmesinde Eşitlik 3.3' den faydalanılmıştır.

$$G_t = \frac{t_2 - t_1}{t_1} \times 100 \quad (3.3)$$

Burada,

Gt = Su alma miktarı (%)

t1 = Deney numunesinin suya daldırmadan önceki ağırlığı (gr)

t2 = Deney numunesinin suya daldırıldıktan sonraki ağırlığı (gr)

3.2.5.4. Kalınlık Artış (Şişme) Oranı

Levhaların kalınlık artış (Şişme) oranı TS EN 317 standartlarında yer alan şekilde levhaların uzunluğuna paralel ve dik yönlerde 50x50 mm boyutlarında 10 adet örnek baz alınarak belirlenmiştir. Örnekler sıcaklığın 20±2 °C ve bağıl nemi % 65±5 olan iklimlendirme odasında değişmez ağırlığa gelinceye dek bırakılmıştır. Örnekler ayrı ayrı 0,01 hassasiyetteki mikrometreyle ölçülmüştür. Numuler 20 °C derecedeki su yüzeyinin 25 mm altında kalacak biçimde 2 ve 24 saat boyunca suda bekletilmiştir. Sudan çıkarılan test örnekleri üzerindeki fazla su miktarı bir bez yardımıyla alınmıştır. Numunelerin son haldeki boyutları 0.01 mm duyarlıktaki mikrometreyle ölçülerek bulunmuştur. Levhanın kalınlık artışı miktarının belirlenmesinde Eşitlik 3.9' dan yararlanılmıştır.

$$K_a = \frac{m_y - e_k}{e_k} \times 100 (\%) \quad (3.4)$$

Burada;

K_a = Kalınlık artımı (%)

m_y = Suda bekletilen numunelerin kalınlığı (mm)

e_k = Klimatize edilmiş durumdaki numune kalınlığı (mm)

TS-EN 317 (1999)'da verilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilen 24 saat suda kalınlığına şişme ve su emme test cihazı Şekil 3.3'de gösterilmiştir.



Şekil 3.3. 24 Saat suda kalınlığına şişme ve su emme test cihazı

3.2.6. Düzlemden Sapma

Düzlemden sapma miktarı TS EN 14323 standardına uygun olacak şekilde belirlenmiştir. Düzlemden sapma, levha veya levha parçasının uzun ve kısa yanlarına paralel olacak şekilde belirlenen iki pozisyonda konumlandırılan bir metal mastarın levha yüzeyinden olan azami sapması ölçülerek tayin edilmiştir. . Bu ölçüm için 1000 mm \pm 1 mm uzunlukta ve 0,1 doğrulukla okuma yapacak şekilde dizaynlanmış kadranlı kumpas kullanılmaktadır. Uygulanışı; Levhanın uzun kenarının biri Zemin üzerine gelecek biçimde serbest bir halde dik konuma getirilir. Düzlemden sapma kumpası içbükey yüzeye çeşitli konumlarda yerleştirilir. Her bir konumda, levha yüzeyi ile düzlemden sapma kumpası arasındaki en büyük açıklık 0,1 mm doğrulukla ölçülür. Sonuç olarak, kadranlı kumpas üzerinde mm ölçüsü en yakın 0,1 mm'ye yuvarlatılarak kaydedilen en yüksek okuma değeridir.

3.2.7. Levhaların Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi

3.2.7.1. Eğilme Direnci

TS EN 310 standartları kapsamında levhaların eğilme direnci tayini yapılmıştır. 10 adet örneklemin hazırlanması, dik ve uzunluğuna paralel yönlerde (levha kalınlığı) 20x5x50 mm ebadında numunelerin test edilmesi ile bitirilmiştir. Numuneler 20±2°C sıcaklık ve % 65±5 bağıl nem koşulları altındaki iklimlendirme odasında ağırlıkları değişmez hale gelinceye kadar bekletilmiştir. Deneyin yapılışı şekil 3.4'de gösterilmiştir. Levhanın eğilme direncinin tayini Eşitlik 3.5'e göre gerçekleştirilmiştir.

$$f_m = \frac{3 \times F_{\max} \times l_1}{2 \times b \times t^2} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.5)$$

Burada;

f_m = Eğilme direnci (N/mm²)

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

l_1 = Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Deney numunesinin genişliği (mm)

t = Deney numunesinin kalınlığı (mm)

TS-EN 310 (1999)'da verilen standartlara uygun olarak yapılan eğilme direnci testi Şekil 3.4'de resmedilmiştir.



Şekil 3.4. Eğilme direnci test düzeneği

3.2.7.2. Elastikiyet Modülü

Deney levhalarının elastikiyet modüllerini; TS EN 310 standartlarının ilgili konuda bahsettiği numune alma ve testin yapılış şekline uygun hareket edilmiştir. Bu amaçla uzunluğuna paralel ve dik yönlerde (levha kalınlığı) 20x5x50 mm boyutlarında 10 adet örneğin test düzeneğine yerleştirilmesi ile elastikiyet modülü tayini tamamlanmıştır.

Elastikiyet modülünün tespitinde Eşitlik 3.6'dan yararlanılmıştır.

$$E_m = \frac{l_1^3 \times (F_2 - F_1)}{4 \times b \times t^3 \times (a_2 - a_1)} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.6)$$

Burada;

l_1 = Dayanakların eksenleri arasındaki mesafe (mm)

b = Deney numunesinin genişliği (mm)

t = Deney numunesinin kalınlığı (mm)

$F_2 - F_1$ = Yük-sehim bölgesindeki yük artışı

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

3.2.7.3. *Yüzeye Dik Çekme Direnci*

Numuneleri alınmış levhaların yüzeye dik çekme dirençleri TS EN 319 standartlarına uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Deney levhalarından alınan 10 adet örnekten uzunluğuna paralel ve dik yönlerde 50x50 mm boyutlarındaki numunelerin test edilmesi ile bulunmuştur. Numunelerin denge ağırlığına ulaşınca kadar bekletilmesi amacı ile klimatize ortamının koşullarında sıcaklık $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ve bağıl nem $\% 65 \pm 5$ değerlerinde ayarlanmıştır. (Şekil 3.12). Deney örneklerinin yüzeye dik çekme direncinin hesaplanmasında Eşitlik 3.7' den faydalanılmıştır.

$$f_t = \frac{F_{\max}}{a \times b} \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad (3.7)$$

Burada;

F_{\max} = Kopma yükü (Newton)

a, b = Deney numunesinin uzunluk ve genişliği (mm)

TS-EN 319 (1999)'da verilen standartlara uygun olarak gerçekleştirilen yüzeye dik yönde çekme direnci testi Şekil 3.5'de gösterilmiştir.



Şekil 3.5. Yüzeye dik yönde çekme direnci testi

3.2.8. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesinde Kullanılan İstatistik Metotlar

Tez kapsamında üretilen deneme gruplarına ait her türlü veri analizleri SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Faktörlerin etkilerini belirlemek amacıyla ANOVA testi uygulanmış ve Levene testi ile varyansların homojenliği denetlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılığın önemli çıkması halinde Duncan testi ile gruplar karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Düzlemden Sapma Değerine Ait Bulgular ve Tartışmalar

Deney örneklerimizin düzlemden sapma değerleri arasındaki farkı araştırmak üzere parafin miktarı, kağıt gramajı, melamin kaplama preste kütle sıcaklık farkı, farklı desen sacının etkisi ve farklı tesislerde yapılan üretim koşulları incelenmiştir.

4.1.1. Pres Kütle Sıcaklık Farkının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi

Elde edilen deney levhalarının düzlemden sapma değerlerine ait kütle sıcaklık farkının etkisini gösteren ortalama veriler Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Kütle Sıcaklık Farkı		Boyuna sapma	
		mm	mm/m
0°	Ort	0.40 (0.13) A	0.38 (0.11)
6°	Ort	0.64 (0.07) B	0.63 (0.12)
12°	Ort	0.77 (0.11) C	0.75 (0.17)
15°	Ort	1.29 (0.12) D	1.26 (0.24)
21°	Ort	1.81 (0.17) E	1.78 (0.43)
25°	Ort	2.35 (0.11) F	2.31 (0.45)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.1. Pres kütle sıcaklık farkının düzlemden sapma değerleri üzerine etkisi

Kaplama üretiminde pres kütle sıcaklık farklarının 0°C, 6°C, 12°C, 15°C, 21°C, 25°C olarak levha alt yüzeyinden kaplanması gerçekleştirilmiştir. Bu koşullarda üretilen levhalardan alınan numunelere düzlemden sapma testi uygulanmıştır. Beklendiği üzere tüm levhalar kağıt kaplı olan alt yüzeye doğru dönme eğilimi göstermiştir. Ancak bu örneklerden sadece 25°C farkı ile üretilen levhanın düzlemden sapma değeri arzu edilen miktarda çıkmıştır. Ölçüm sonuçları ve müşterilere gönderilen şahit numuneler birbirini desteklemekte olup bu çalışmanın anlam kazanmasını sağlamıştır. 0°C fark ile üretilen numunelerin en düşük düzlemden sapma değeri olan 0.40 mm (çizelge 4.1) ölçülmüştür. Pres kütle sıcaklık farkı arttıkça levhanın kağıt kaplı yönde düzlemden sapma (dönme) eğiliminin arttığı belirlenmiştir. Bu anlamda 6°C’de 0,64 mm olarak ölçülen düzlemden sapma miktarı

12°C fark uygulandığında 0,77 mm'ye çıkmıştır. Pres kütle sıcaklık farkı 15°C çıkarılmış ve 1,29 mm düzlemden sapma hesaplanmıştır. 21°C kütle sıcaklık farkında 1,81 mm ve 25°C kütle sıcaklık farkında 2,35 mm düzlemden sapma tespit edilmiştir. Burada pres kütle sıcaklık farkının düzlemden sapma değeri üzerine belirgin olarak etkili olduğu görülmüştür. Kütle sıcaklık farkının artması ile düzlemden sapma miktarının artış göstermesi levhanın alt yüzeyden daha fazla sıcaklığa maruz kalmasına bağlanmaktadır. TS EN 14323 standardına göre her iki yüzü kaplanmış levhalar için mm/m 'de 2 mm olarak kabul edilmiştir. Buna göre levhaların tek yüzünün kaplanması halinde ilgili maddede belirlenmiş bir sınır koyulmamıştır. Sektörde uygulanan mobilya işlemlerinde müşterilerin kullanılabilirliği göz önüne alındığında tecrübe ile elde edilen standart değer mm/m 2-4 mm olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın amacına uygun bir şekilde sonuç vermesi 25°C kütle sıcaklık farkında meydana gelerek anlamlı bir sonuç ortaya koyulmuştur. Elde edilen bu sonuç ile müşterilerin talepleri doğrultusunda melamin kaplama tesislerinde referans kabul edilebilecek bir kıstas öngörülmektedir. Seri üretimlerin bu doğrultuda gerçekleştirilmesi ve müşterilerin kullanımında olumlu geri dönüşlerin sağlanması bu çalışmanın getirdiği kazanımlardır.

Düzlemden sapma değeri üzerine kütle ısı farkı belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. Çizelge 4.2 kütle ısı farkının düzlemden sapma değerine ilişkin basit varyans analizi sonuçlarını göstermektedir.

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F - Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	28.442	5	5.688	382.299	.000
Gruplar içi	.803	54	.015		
Toplam	29.246	59			

Çizelge 4.2. Düzlemden sapma değeri üzerine sıcaklık farkı etkisinin varyans analizi sonuçları

Düzlemden sapma değeri üzerine kütle ısı farkının MDFLAM üretiminde %5 hata payı ile önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Kütle ısı farkının MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değeri üzerine etkisinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

4.1.2. Parafin Miktarının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi

Deney örneklerinden alınan numunelere göre parafin miktarının düzlemden sapma değerine olan etkisine ait ortalama veriler Çizelge 4.3’de verilmiştir.

Parafin Miktarı (kg/m ³)		Boyuna sapma	
		mm	mm/m
9	Ort.	2.30 (0.25)	2.24 (0.44)
7	Ort.	2.36 (0.24)	2.31 (0.49)
4	Ort.	2.41 (0.22)	2.38 (0.56)

Çizelge 4.3. Parafin miktarının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi

MDF üretiminde proses aşamasında liflere katılan parafin miktarı 4, 7, 9 kg/m³ olarak farklı reçeteler ile üretim yapılmıştır. Levhaların düzlemden sapma değerinin bulunması amacıyla düzlemden sapma testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde ölçümler arasında önemli bir fark gözlenmemiştir. Bu durumda parafin miktarının levhanın düzlemden saplama değerini etkilemediği tespit edilmiştir. Bu sonucun çıkmasında parafinin MDF içerisinde homojen olarak dağılması ve levhanın düzlemden sapsmasına neden olacak bir yapı göstermemesi düşünülmektedir. Parafin miktarının 4 kg/m³ ilave edildiği üretimlerde düzlemden sapma değeri 2,30 mm olarak ölçülürken 7 kg/m³ ilave edildiği numunelerde ortalama 2,36 mm hesaplanmıştır. Başka bir örnekte 9 kg/m³ parafin kullanımında düzlemden sapma değeri 2,41 mm ölçülmüştür. Bu sonuçlar ışığında parafin miktarındaki değişimin düzlemden sapma değerini anlamlı olarak etkilemediği belirlenmiştir.

Düzlemden sapma değeri üzerine parafin miktarının etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değeri üzerine parafin miktarının %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.3. Kağıt Gramajının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi

Kağıt gramajının düzlemden saptmaya etkisini gösteren ortalama veriler Çizelge 4.4'de verilmiştir.

Kağıt Gramajı (gr/m ²)		Boyuna sapma	
		mm	mm/m
169	Ort.	2.40 (0.23)	2.35 (0.50)
173	Ort.	2.26 (0.16)	2.23 (0.55)
182	Ort.	2.43 (0.16)	2.39 (0.53)
186	Ort.	2.36 (0.15)	2.32 (0.52)
197	Ort.	2.39 (0.19)	2.34 (0.44)
199	Ort.	2.38 (0.20)	2.32 (0.41)

*Parantez içerisindeki değerler standart saptmayı göstermektedir

Çizelge 4.4. Kağıt gramajının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi

Kağıt gramajını düzlemden sapma değeri üzerine etkisinin belirlenmesi amacıyla 169, 173, 182, 186, 197, 199 gr/m² olarak 6 farklı gramajlarda kağıt üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu kağıtların kaplama üretiminde levhanın alt yüzeyine kaplanması işlemi tamamlandıktan sonra düzlemden sapma testi yapmak amacıyla örnekler alınmıştır. İncelemelerin ardından çıkan sonuçta kağıt gramajının levhanın düzlemden sapma miktarını etkileyen önemli bir faktör olmadığı belirlenmiştir. Testlerin gösterdiği sonuçlar ışığında 169 gr/m² kağıt gramajına sahip numunelerin ortalama 2,40 mm ,173 gr/m² gramaja sahip numunelerin 2,26 mm, 182 gr/m² gramaja sahip numunelerin 2.43 mm, 186 gr/m² gramaja sahip numunelerin 2,36 mm, 197 gr/m² gramaja sahip numunelerin 2,39 mm ve 199 gr/m² gramaja sahip numunelerin ise 2,38 mm olarak düzlemden sapma miktarları belirlenmiştir. Emprenyeli kağıtların gramajlarındaki değişimin levhanın düzlemden sapma miktarına etkisinin olmadığı görülmüştür.

Düzlemden sapma değeri üzerine kağıt gramajının etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değeri üzerine parafin miktarının %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.4. Farklı Desen Sacının Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi

Melamin kaplama presinde farklı desen sacı ile yapılan üretimlerin düzlemden saptmaya etkisini gösteren ortalama veriler Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Desen Sacı		Boyuna sapma	
		mm	mm/m
Düz	Ort.	2.39 (0.20)	2.35 (0,55)
Freze	Ort.	2.44 (0.19)	2.38 (0.42)
Bute	Ort.	2.43 (0.16)	2.37 (0.40)
Naturel	Ort.	2.32 (0.13)	2.30 (0.58)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.5. Farklı desen sacının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi

Kaplama tesisinde naturel, düz, bute, freze isimli farklı desen sacı ile levhaların kaplanması uygulanarak desen sacının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi irdelenmiştir. Bu çalışmada yapılan denemelerde desen saclarının yüzeylerindeki farklı şekil uygulamalarının düzlemden sapma değeri üzerine etkisi araştırılmıştır. Levha örneklerinin düzlemden sapma testi sonuçlarına göre farklı desen sacları ile üretilen MDFLAM’ların düzlemden sapma miktarları incelenmiş olup herhangi bir değişim görülmemiştir. Bu durumun nedeni ise tüm üretim koşullarının aynı kalarak sadece desen sacı üzerindeki levha üzerine dekor veren yüzeyin etkisinin olmayacağı düşünülmektedir. Düz deseni ile üretilen levhalardan alınan numunelerin ortalama düzlemden sapma miktarı (çizelge 4.5) 2,39 mm ölçülürken, freze deseninde 2,44 mm, bute deseninde 2,43 mm ve naturel deseninde 2,32 mm olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada melamin kaplama presi desen saclarının levhanın düzlemden sapma değeri üzerine belirgin bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Sayısal verilerin de gösterdiği gibi birbirlerine çok yakın değerler elde edilmiştir

Düzlemden sapma değeri üzerine desen sacının etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değeri üzerine parafin miktarının %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.1.5. Farklı Üretim Tesisinin Düzlemden Sapma Değeri Üzerine Etkisi

Farklı melamin kaplama tesisinin düzlemden sapma değeri üzerine etkisini gösteren ortalama sonuçlar Çizelge 4.6'da verilmiştir.

Üretim Tesis		Boyuna sapma	
		mm	mm/m
Kaplama 1	Ort.	2.37 (0.20)	2.33 (0.52)
Kaplama 2	Ort.	2.40 (0.13)	2.35 (0.46)
Kaplama 3	Ort.	2.35 (0.17)	2.32 (0.57)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.6. Farklı melamin kaplama tesisinin düzlemden sapma değeri üzerine etkisi

MDF yüzeyinin kaplanacağı üretim tesisinin teknolojilerinin farklı olması halinde levhanın düzlemden sapma değerinin nasıl etkileneceği araştırılmıştır. Bu çalışmada MDFLAM' ların üretildiği melamin kaplama preslerinin farkı 1993, 1998 ve 2012 tarihlerinde üretime başlamıştır. İşleme alındığı tarih itibarıyla tesislerin teknolojileri büyük ölçüde farklı teknolojiler içermektedir. Üç ayrı melamin kaplama tesisinde alt yüzeyleri kaplanan levhalardan düzlemden sapma miktarlarının tayini için numuneler alınmıştır. Bu testlerin verileri incelendiğinde kaplama 1 tesisinde üretilen levhanın düzlemden sapma değeri ortalama 2,37 mm, kaplama 2 tesisinde bu değer 2,40 mm, kaplama 3 tesisinde ise 2,35 mm olarak hesaplanmıştır. TS EN 14323 standardına göre bu değerler normal kabul edilmektedir.

Düzlemden sapma değeri üzerine kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değeri üzerine parafin miktarının %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2. Fiziksel ve Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

4.2.1. 24 Saat Suda Kalınlığına Şişmeye Ait Bulgular

Üretim koşulları farklı olan MDFLAM örneklerinin Çizelge 4.7 ve 4,8'de 24 Saat suda kalınlığına şişme değerlerinin ortalama sonuçları verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ortalama	4,51 (0,27)	4,41 (0,25)	4,41 (0,28)	4,50 (0,26)	4,34 (0,25)	4,39 (0,26)	4,56 (0,22)	4,42 (0,34)	4,47 (0,28)	4,31 (0,16)	4,41 (0,33)	4,25 (0,18)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.7. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının suda kalınlığına şişme üzerine etkisi

	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı					Üretim Tesisi	
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
Ortalama	4,44 (0,26)	4,43 (0,23)	4,51 (0,24)	4,30 (0,28)	4,36 (0,36)	4,28 (0,31)	4,43 (0,31)	4,42 (0,28)	4,54 (0,27)	4,42 (0,26)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.8 Parafin miktarı, desen sacı ve farklı üretim tesisinin suda kalınlığına şişme üzerine etkisi

Çizelge 4.8'de görüldüğü üzere 24 saat suda kalınlığına şişmeye ait ortalama veriler değerlendirildiğinde melamin kaplama presi kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı,

melamin kaplama presi desen sacı, parafin miktarı ve farklı tesislerde yapılan üretimlerden elde edilen numunelerin test sonuçları (çizelge 4.7 ve çizelge 4.8) belirgin bir farklılığın olmaması nedeniyle etkinin önemsiz olduğunu göstermiştir. Bu verilerden kütle sıcaklık farkının etkisi incelenirken en düşük şişme ortalama 4,34 mm, en fazla şişme 4,51 mm olarak ölçülmüştür. Kağıt gramajının etkisinde en düşük 4,25 mm, en fazla 4,56 mm hesaplanmıştır. Parafin miktarı şişme değerini en düşük 4,43 mm, en çok 4,51 mm etkilemiştir. Farklı desen sacında en düşük 4,28 mm, en fazla 4,36 mm ve farklı tesislerde yapılan üretimlerde en düşük 4,42 ,en çok 4,54 mm olarak ölçülmüştür. Bu şişme miktarları kendi içerisinde yakınlık göstermemektedir. 24 saat suda kalınlığına şişmenin araştırılmasında belirgin bir etkiye rastlanmamıştır.

Deneme örneklerinin yirmi dört saat süreli kalınlığına şişme testinin ortalama verileri TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü maksimum %12 'den düşük olduğu çizelge 4.7 ve 4.8 'de görülmektedir.

24 saat suda kalınlığına şişme değeri üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde 24 saat suda kalınlığına şişme değeri üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.2. 24 Saat Su Emmeye Ait Bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, melamin kaplama preste kütle sıcaklık farkı, farklı desen plakasının etkisi ve farklı tesislerde yapılan üretim koşullarına göre elde edilen deney levhaların 24 Saat su emme'ye ait ortalama değerleri Çizelge 4.9 ve 4.10 'da verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ort.	18,64 (2,91)	19,74 (1,74)	21,77 (3,78)	20,19 (4,01)	20,75 (2,61)	18,91 (6,79)	21,44 (3,35)	19,72 (1,85)	20,99 (4,68)	24,57 (4,92)	24,02 (4,57)	23,33 (3,33)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.9. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının su emme değeri üzerine etkisi

	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
Ortalama	22,36 (3,03)	21,98 (3,63)	19,25 (2,55)	23,43 (4,81)	23,67 (5,51)	22,08 (4,08)	23,83 (4,31)	22,90 (4,31)	24,30 (8,96)	21,31 (2,95)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.10. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin su emme değeri üzerine etkisi

24 saat su emme testleri incelenen kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisi değişkenlerine ait veriler (çizelge 4.9 ve 4.10) su emme özelliğinin etkilenmediği görülmüştür. Kütle sıcaklık farkının numune testlerinde en fazla su emme % 21,77 iken en düşük % 18,64 ölçülmüştür. Kağıt gramajının su emme testlerindeki etkisi ortalama en fazla % 24,02 en düşük 18,72 hesaplanmıştır. Parafin miktarına bağlı su emme testinde en fazla % 22,36 iken en düşük % 19,25 ölçülmüştür. Desen sacının farklı kullanılmasında ise en fazla % 23,83 ve en düşük 22,0 sonuç alınmıştır. Farklı tesiste üretilen levhaların numunelerinden şişme testi en fazla % 24,30 en düşük 21,31 olarak ölçülmüştür. Su emme testi sonuçlarına göre bu değişkenlerin belirgin bir etkisi gözlenmemiştir. Tek yüzü kaplanmış levhaların su emme testinde emilimi azaltıcı veya artırıcı bir özelliğın bu yönde anlamlı olmaması beklenen bir durumdur. Kütle sıcaklık farkı, desen sacı ve farklı tesiste yapılan

üretimlerde MDF'nin yapısı ve teknik özelliklerinde bir değişikliğin olmaması bu durumu desteklemektedir. Parafin miktarının su emmeyi bariz olarak etkilememesi ve kağıt gramajının su emme özelliğine tesir etmemesi üretimsel bir konudur.

Örneklerin su emme testinin ortalama verileri TS EN 622-5 2005 standardının öngördüğü %40 'tan düşük olduğu çizelge 4.9 ve 4.10 'da görülmektedir.

24 saat su emme değeri üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde 24 saat su emme değeri üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.3. Levha yoğunluğuna Ait bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, preste kütle sıcaklık farkı, farklı desen plakasının etkisi ve farklı tesislerde yapılan üretim koşullarına göre elde edilen deney levhaların levha yoğunluğuna ait ortalama değerler Çizelge 4.11 ve 4.12'de verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ortalama	742 (5,62)	746 (6,41)	747 (6,23)	744 (6,23)	748 (8,29)	745 (6,94)	746 (8,52)	746 (9,89)	745 (12,7)	744 (8,21)	746 (8,75)	743 (6,27)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.11. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının levha yoğunluğu üzerine etkisi

Ortalama	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
	739 (8,04) A	745 (7,99) A	751 (7,62) A	743 (10,7)	747 (9,09)	747 (8,56)	746 (8,14)	743 (9,80)	745 (6,93)	744 (8,41)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.12. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin levha yoğunluğu üzerine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	F - Hesap	Önem Derecesi
Gruplar Arası	720,600	2	360,300	5,792	,008
Gruplar İçi	1679,700	27	62,211		
Toplam	2400,300	29			

Çizelge 4.13. Parafin miktarındaki değişiminin levha yoğunluğu üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları.

Levha yoğunluk değerlerinin karşılaştırılması amacıyla yapılan test sonuçları irdelenmiştir. Parafin miktarı 9,7,4 kg/m³ olarak uygulanmıştır. MDF üretiminde 9 kg/m³ parafin eklenen deneme levhalarının ortalama yoğunlukları 739 kg/m³ ölçülmüştür. 7 kg/m³ parafin miktarı ile levha üretiminde yoğunluk değeri ortalaması 745 kg/m³ gelmiştir. 4 kg/m³ parafinin eklendiği MDF numunelerinde 751 kg/m³ ortalama yoğunluk bulunmuştur. Bu verilerin değerlendirilmesi sonucunda m³ başına parafin miktarındaki artışın levhanın yoğunluğunu azaltıcı yönde etki ettiği görülmüştür. Melamin presi kütle sıcaklık farkı, desen sacı, kağıt gramajı ve farklı tesislerde yapılan üretimlerden elde edilen deneme örneklerinin test sonuçlarının levhanın yoğunluğu üzerine her hangi bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir.

TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü maksimum yoğunluk 850 kg/m³'ten düşük olduğu çizelge 4.11 ve 4.12'de anlaşılmaktadır. Bu anlamda üretilen levhaların yoğunluk değerleri uygun sınıftadır.

Yoğunluk değeri üzerine parafin miktarının MDFLAM üretiminde %5 hata payı ile önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Parafin miktarının MDFLAM üretiminde yoğunluk değeri üzerine etkisinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.12'de verilmiştir. Kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, desen sacı ve üretim tesisinin MDFLAM üretiminde yoğunluk değeri üzerine %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.4. Levha Rutubetine Ait Bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, melamin kaplama preste kütle sıcaklık farkı, farklı desen sacının etkisi ve farklı tesislerde yapılan üretim koşullarına göre elde edilen deney levhaların levha rutubetine ait ortalama değerler Çizelge 4.14 ve 4.15 'de verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ortalama	6,42 (0,52)	6,50 (0,44)	6,13 (0,42)	6,25 (0,39)	6,33 (0,47)	6,21 (0,54)	6,11 (0,54)	6,32 (0,47)	6,11 (0,61)	6,10 (0,58)	6,21 (0,53)	6,27 (0,52)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.14. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının levha rutubeti üzerine etkisi

Ortalama	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
	6,08 (0,48) A	6,30 (0,46) B	7,02 (0,40) C	6,17 (0,47)	6,13 (0,51)	6,22 (0,58)	6,43 (0,55)	6,31 (0,40)	6,23 (0,58)	6,29 (0,48)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.15. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin levha rutubeti üzerine etkisi

Varyasyon Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler Ortalaması	F - Hesap	Önem Derecesi
Gruplara Arası	4.763	2	2.382	11.914	.000
Gruplar İçi	5.397	27	.200		
Toplam	10.160	29			

Çizelge 4.16. Parafin miktarındaki değişimin levha rutubeti üzerine etkisinin varyans analizi sonuçları

Deneme levhalarından alınan numunelerin rutubet testleri yapılmış ve sonuçlar irdelenmiştir. Bu durumda çizelge 4.14 ve 4.15'te verilen değerler ışığında parafin miktarının 9, 7, ve 4 kg/m³ verildiği Mdf'lerin rutubet değerleri sırasıyla 6,08, 6,30 ve 7,02 ölçülmüştür. Bu sonuçlara göre parafin miktarındaki artışın levhanın rutubet oranını düşürdüğü görülmüştür. Etken olarak levha bünyesindeki parafinin rutubeti engelleyici özellikte olması gösterilebilir. Bunun dışında levhanın rutubet oranını belirleyici yönde başka bir değişkenin etki etmediği belirlenmiştir. Kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, desen sacı ve farklı tesiste yapılan üretimlerden elde edilen örneklerden çıkan rutubet en düşük 6,13 iken en yüksek 6,4 değerindedir. Baharoğlu (2010) benzer şekilde parafin miktarındaki artışın buna paralel olarak levha rutubet oranını azaltıcı yönde etkilediğini tespit etmiştir. Levha üretiminde en yüksek rutubet oranına dış tabakada % 2, orta tabakada % 3 parafinin kullanıldığı levhalarda, en

düşük rutubet oranına ise dış tabakada % 6, orta tabakada % 7 parafinin kullanıldığı levhalarda ulaşılmıştır.

TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü maksimum rutubet oranının %12'den düşük olduğu çizelge 4.14 ve 4.15'de görülmektedir. Deneme levhalarının rutubet oranları standartlar içerisindedir.

Levha rutubeti üzerine parafin miktarının MDFLAM üretiminde %5 hata payı ile önemli olduğu sonucuna varılmıştır. Parafin miktarının MDFLAM üretiminde levha rutubeti üzerine etkisinin gruplandırılmasına ilişkin Duncan testi sonuçları Çizelge 4.15'de verilmiştir. Kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, desen sacı ve üretim tesisinin MDFLAM üretiminde yoğunluk değeri üzerine %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.5. Çekme Direncine Ait Bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, melamin kaplama preste kütle sıcaklık farkı, farklı desen plakasının etkisi ve farklı tesislerde yapılan üretim koşullarına göre elde edilen deneme levhaların çekme direncine ait veriler Çizelge 4.17 ve 4.18'de verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ortalama	1,47 (0,15)	1,55 (0,12)	1,38 (0,18)	1,38 (0,17)	1,42 (0,20)	1,44 (0,21)	1,37 (0,14)	1,34 (0,18)	1,31 (0,20)	1,44 (0,15)	1,32 (0,16)	1,37 (0,16)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.17. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının çekme direnci üzerine etkisi

Ort	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
	1,41 (0,19)	1,50 (0,20)	1,44 (0,18)	1,34 (0,16)	1,47 (0,23)	1,33 (0,17)	1,38 (0,17)	1,49 (0,20)	1,48 (0,17)	1,43 (0,18)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.18. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin çekme direnci üzerine etkisi

Deneme levhalarından elde edilen numunelerin çekme testleri yapılmıştır. Çalışmanın kapsamı içerisinde yer alan melamin kaplama presi kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı, desen sacı ve farklı üretim tesislerinde yapılan üretimlerin çekme direnci tayinleri gerçekleştirilmiştir. Kütle sıcaklık farkı baz alındığında çekme direnci en yüksek 1,55 N/mm² iken en düşük 1,38 N/mm² ölçülmüştür. Kağıt gramajının etkisi olup olmadığını görmek amacıyla numunelerin test edildiğinde en yüksek değer 1,44 N/mm² en düşük 1,31 N/mm² bulunmuştur. Parafin miktarının etkisi araştırıldığında çekme direnci sırasıyla en yüksek 1,50 N/mm² en düşük 1,41 N/mm² ölçülmüştür. Desen sacında en yüksek çekme direnci 1,47 N/mm² en düşük ise 1,33 N/mm², farklı tesiste üretilmiş MDFLAM numunesinde en yüksek çekme direnci 1,49 N/mm² en düşük 1,43 N/mm² ölçülmüştür. Test sonuçları irdelendiğinde çekme direncinin artması ve azalması yönünde anlamlı belirgin bir faktör görülmemiştir. Bunun sebebi olarak Mdf'nin üretim sürecinde parafin haricinde bir değişkenin bulunmaması tahmin edilirken, parafin miktarının da çekme direnci üzerine mekanik özelliği etkileyici bir yapıda olmadığı gösterilmektedir.

TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü çekme direnci min. 0,55 N/mm² 'den yüksek olduğu çizelge 4.17 ve 4.18'de anlaşılmaktadır. Bu anlamda üretilen levhaların çekme dirençleri uygun sınıftadır.

Çekme direnci üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde çekme direnci üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.6. Eğilme Direncine Ait Bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, kaplama presi kütle sıcaklık farkı, melemin kaplama tesisi farkı ve farklı melamin kaplama pres sacından elde edilen deneme levhalarının eğilme direncine ait ortalama verileri Çizelge 4.19 ve 4.20’de verilmiştir.

Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
34,5 (2,38)	36,3 (5,50)	34,5 (6,21)	35,7 (4,83)	36,5 (5,03)	38,3 (6,28)	35,8 (4,76)	40,6 (4,19)	39,3 (3,76)	38,9 (7,66)	37,5 (5,49)	35,7 (3,95)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.19. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının eğilme direnci üzerine etkisi

Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
35,5 (4,76)	35,0 (5,09)	36,7 (4,21)	36,4 (4,69)	36,4 (5,39)	37,0 (5,53)	32,9 (6,67)	39,8 (6,17)	37,0 (3,06)	35,2 (4,63)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.20. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin eğilme direnci üzerine etkisi

Çalışmanın eğilme direnci testi kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı, desen sacı ve farklı tesislerde üretimlerden elde edilen numuneler üzerinde yapılmıştır. Çizelge 4.19. ve 4.20 'de görüldüğü gibi kütle sıcaklık farkında en yüksek eğilme direnci 38,3 N/mm² en düşük 34,5 N/mm² ölçülmüştür. Kağıt gramajının etkisinin araştırılmasında en yüksek eğilme direnci 40,6 N/mm² en düşük ise 35,7 N/mm² değer bulunmuştur. Parafin miktarında en yüksek eğilme direnci 36,7 en düşük eğilme direnci 35,0 çıkararak desen sacında en yüksek eğilme direnci 37,0N/mm² en düşük 32,9 N/mm² hesaplanmıştır. Farklı tesiste üretimin deneme levhalarından alınan örneklerden en yüksek eğilme direnci 39,8 N/mm² en düşük 35,2 N/mm² ölçülmüştür. Ortalama istatistiksel verilerin sonuçları incelendiğinde belirgin bir eğilme direncine etkinin olmadığı görülmüştür. Eğilme direnci özelliklerinin bu değişkenlerden kütle sıcaklık farkı, desen sacı ve farklı tesiste üretim koşullarından etkilenmeyeceği öngörülmüştür. Ancak parafin miktarı ve kağıt gramajı faktörlerinin eğilme direncine bariz bir etkisinin olmamasını MDF'nin üretim şartları ve kağıdın Emrenyelenme özelliği belirlemiştir.

TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü eğilme direnci min. 20,0 N/mm² 'den yüksek olduğu çizelge 4.19 ve 4.20'de görülmektedir. Deneme numunelerinin eğilme direnci aralığı standarda uygun sınıftadır.

Eğilme direnci üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde eğilme direnci üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

4.2.7. Eğilmede Elastikiyet Modülüne Ait Bulgular

Parafin miktarı, kağıt gramajı, kaplama presi kütle sıcaklık farkı, melemine kaplama tesisi farkı ve farklı melamin kaplama pres sacından elde edilen deneme levhalarının eğilmede elastikiyet modülü değerlerine ait ortalama verileri Çizelge 4.21 ve 4.22'de verilmiştir.

	Kütle Sıcaklık Farkı (°C)						Kağıt Gramajı (gr/m ²)					
	0	6	12	15	21	25	169	173	182	186	197	199
Ortalama	2668 (98,6)	2820 (159)	2844 (190)	2755 (152)	2900 (182)	2813 (230)	2756 (262)	2841 (279)	2784 (181)	2919 (190)	2821 (261)	2802 (215)

* Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.21. Kütle sıcaklık farkı ve kağıt gramajının eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Ortalama	Parafin Miktarı (kg/m ³)			Desen Sacı				Üretim Tesisi		
	9	7	4	Düz	Freze	Bute	Naturel	Kaplama 1	Kaplama 2	Kaplama 3
	2828 (257)	2704 (182)	2857 (225)	2923 (201)	2836 (176)	2933 (180)	2879 (239)	2809 (178)	2853 (171)	2892 (221)

*Parantez içerisindeki değerler standart sapmayı göstermektedir

Çizelge 4.22. Parafin miktarı, desen sacı ve üretim tesisinin eğilmede elastikiyet modülü üzerine etkisi

Deneme levhalarının örnekleri ile kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı desen sacı, farklı tesiste üretim faktörlerinden üretilenlere eğilmede elastikiyet modülü testleri yapılmıştır. Kütle sıcaklık farkında en yüksek eğilmede elastikiyet modülü 2900 N/mm² en düşük 2755 N/mm² ölçülmüştür. Kağıt gramajında eğilmede elastikiyet modülü en yüksek 2929 N/mm² en düşük 2756 N/mm², parafin miktarında ise en yüksek 2822 N/mm² en düşük 2704 N/mm² bulunmuştur. Desen sacında bu durum en yüksek 2933 N/mm² en düşük 2836 N/mm² elastikiyet modülünde çıkmıştır. Farklı tesiste üretilmiş MDFLAM örneklerinin elastikiyet modülü testinde en yüksek 2892 N/mm² en düşük 2809 N/mm² değerleri elde edilmiştir.

Çalışmaya konu olan etmenlerden kütle sıcaklık farkı, desen sacı ve farklı tesiste üretilmiş olan levhaların MDF'leri üretim anlamında benzer özelliktedir. Bu nedenle eğilmede elastikiyet modülü testlerinde anlamlı bir farklılığın olmaması beklenen bir sonuçtur. Parafin miktarı ve kağıt gramajı faktörlerinin bu bağlamda eğilmede elastikiyet modülü testlerinde belirgin bir etki gözlenmemiştir.

TS-64-1 EN 622-5 2005 standardının öngördüğü eğilmede elastikiyet modülü min. 2200 N/mm² belirlenmiştir. Çizelge 4.21 ve 4.22'de görüldüğü şekilde standardın üzerinde elastikiyet modülü değerleri bulunmuş ve uygun sınıfta görülmüştür.

Eğilmede Elastikiyet modülü üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin etkisinin belirlenmesi amacıyla basit varyans analizi uygulanmıştır. MDFLAM üretiminde eğilmede elastikiyet modülü üzerine kütle sıcaklık farkı, parafin miktarı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin %5 hata payı ile önemsiz olduğu sonucuna varılmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

MDF üretim sektöründe özellikle hammadde kaynaklarının temin ve tedarik süreçleri her geçen gün daha da güçleşmektedir. Endüstrinin gelişmesi ve ihtiyaçların artması dolayısı ile bu alanda planlamalar yapılarak üretimde kaliteden ve kapasiteden ödün vermeden verimlilik oluşturulabilir. Tüm bu kısıtlar düşünüldüğünde hammadde arayışı, hammadde stoğu ve dengeli bir üretim politikası takip edilmelidir.

MDF'lerin mobilya sektöründe yüzeylerinin kaplanarak kullanımı dekoratif ve kullanım yerine göre avantajları açısından çok yaygındır. Bu anlamda levha yüzeylerinin tutkal emdirilmiş kağıt ile kaplanarak MDFLAM ürünü elde edilmektedir. Geniş ve bol seçenekli mamullerin müşteri tarafından arandığı endüstri kolu olan bu alanda üretim maliyetlerinin önemi çok fazladır. Son kullanıcıların istediği özellikte ürün talebinin yanı sıra yüksek kalite beklentisinde vardır. Mobilya sanayisinde dolap kapağı, panel kapı, sürgü kapı, masa gibi ev ve ofis mobilyaları imalatında görünüm kadar levhanın biçimide önemlidir. Kaplanmış bir MDF'nin mobilya haline geldikten sonra duruşu ve hatasız bir görünüme sahip olması gerekmektedir. Mobilya üretiminde ve sonraki süreç olan kullanıcıda en çok karşılaşılan sorun MDFLAM'ların düzlemden sapması durumudur. Bu ürünlerin düzlemden sapma göstermelerinin nedeni montaj hatası, bulunduğu ortamın bağıl nemi ve mobilya haline gelmeden önceki üretim aşamasıdır. En ciddi olanı ise mobilya haline gelmeden önceki üretim aşaması yani bir yüzünün kağıt ile kaplanması diğer yüzünün PVC malzeme ile kaplanmasıdır. Levhanın bir yüzünün kağıt ile kaplanması ve PVC ile kaplanması farklı safhalardır. Bu süreçlerdeki üretim koşulları levhanın düzlemden sapma durumunu belirlemektedir. Bu nedenle planlı ve uygun üretim koşullarının yerleşmiş olması gerekmektedir.

Bu tez çalışmasında, MDFLAM üretiminde düzlemden sapma değerini etkileyen bazı faktörler ile mekanik ve fiziksel özelliklerin belirlenmesi konusu irdelenmiştir. Çalışmaya konu olan düzlemden saplama değerinin tespitinde parafin miktarının etkisi, emprenyeli kağıt üretiminde gramajın etkisi, kaplama üretiminde pres alt ve

üst kütle sıcaklıkları farkının etkisi, kaplama presi farklı desen sacının etkisi ve farklı tesiste kaplama üretimi yapılması değişkenleri araştırılmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerden kütle sıcaklık farkının levhanın düzlemden sapma değerinde anlamlı farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Kütle sıcaklık farkının artması ile düzlemden sapma değerinin arttığı belirlenmiştir. Düzlemden sapma değerininin araştırıldığı bu çalışmada parafin miktarının, kağıt gramajının, desen sacının ve kaplama üretim tesisinin düzlemden sapma değeri üzerine anlamlı bir etkisi olmadığı belirlenmiştir. Sonuç olarak düzlemden sapma değerine etki eden faktörler araştırılmış olup bunlardan sadece Melamin kaplama presi alt ve üst kütle sıcaklıkları farkının tesir ettiği belirlenmiştir. Seri üretim ve müşteri talepleri doğrultusunda en uygun sıcaklık farkının 25°C olduğu tespit edilmiştir. Yurtiçi ve İhracat üretimlerinde referans değeri alınan bu sıcaklık farkı kullanıcıların hangi tekniği uygulayacağını belirtmesi üzerine değişiklik gösterebilmektedir.

Ayrıca kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin MDFLAM'ların mekanik özellikleri üzerine etkisi araştırılmış olup, yapılan testlerde elastikiyet modülü, eğilme direnci ve çekme direnci üzerine bahsi geçen faktörlerin anlamlı bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir.

Benzer şekilde kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, parafin miktarı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin MDFLAM'ların fiziksel özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Burada elde edilen değerlerden parafin miktarının levha rutubeti ve levha yoğunluğu değerleri üzerine anlamlı farklar oluşturduğu belirlenmiştir. Kütle sıcaklık farkı, kağıt gramajı, desen sacı ve kaplama üretim tesisinin diğer fiziksel özellikler üzerine anlamlı bir etki oluşturmadığı belirlenmiştir.

5.2. Öneriler

Mobilya sektöründe yarı mamul olarak kullanılan tek yüzü kaplı MDFLAM siparişleri verilirken mutlaka hangi amaçla ve yöntemle uygulama yapılacağı belirtilmelidir. Lakelik, membranlık veya balon kapak gibi vb.

Aracı firmalar ya da bayiler müşterilerin şikayet ve memnuniyetlerini üretimi yapacak fabrika ile birebir paylaşmalıdır. Bu nokta daha kaliteli ürün ve üretim tekniği açısından önemlidir. Fabrikanın talep edilen siparişi aynı müşteri için aynı üretim koşullarını uygulama alışkanlığını kazandırmaktadır.

Melamin kaplama preslerinde alt ve üst kütle sıcaklık farkının etki ettiği düzlemden sapma değeri sürekli olarak kontrol altında tutulmalıdır.

.

KAYNAKLAR

- Akbulut, T. ve Ayrılmış, N., (2001). MDF Üretiminde Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 51(2); 25–42, İstanbul.
- Akbulut, T., (1999). Dünya’da ve Türkiye’de MDF Endüstrisinin Genel Durumu, Laminat. Mobilya&Dekorasyon & Sanat& Tasarım Dergisi, Ağustos-Eylül Sayı 3.
- Akbulut, T., Ayrılmış, N., (2006). Effect Of Compression Wood On Surface Roughness And Surface Absorption Of Medium Density Fiberboard. Silva Fennica 40(1): 161–167.
- Akbulut, T., Hızıroğlu, S., Ayrılmış, N., (1999). Surface Absorption, Surface Raughness, and Formaldehyde Emission of Commercially Manufactured MDF in Turkey. Forest Journal, Baskıda, madison, USA.
- Akgül, M. Çamlıbel, O., (2006). Liflevha Üretiminde Kullanılan Pişirme Yöntemleri. A. İ. B. Ü. Düzce Orman Fakültesi/Düzce.
- Aksu, S., (2009). Dekor Kağıdı ve Reçine Tipinin Yonga Levhaların Fiziksel ve Mekanik Yüzey Kalitesine Etkisi.
- Alkan, Ç. Eroğlu, H. Yaman, B., (2003). Türkiyedeki Bazı Odunsu Angiospermae Taksonlarının Lif Morfolojileri. Z.K.Ü Bartın Orman Fakültesi Dergisi Yıl: 2003 Cilt: 5 Sayı: 5.
- Anonim, (2001). Ağaç Malzeme Teknolojisi Bilgi Sistemi. İ.Ü. Orman Fakültesi, İstanbul.
- Anonim, (2001). Siempelkamp., Bulletin. May.
- Anonim, (2007). Taber Aşındırma Test Cihazı Tanıtım Broşürü. Mastaş Yongalevha Sanayii, Mudurnu, Bolu.
- Anonim, (2009). www.ogm.gov.tr Ormanlarımızda Yayılış Gösteren Asli Ağaç Türleri Orman Genel Müdürlüğü.
- Anonim, (2010). Siempelkamp Maschinen And Anlagenbau. GmbH & Co. KG.
- Anonim, (2016). Çamsan Poyraz A.Ş Üretim Broşürleri, Çamsan Poyraz A.Ş – Ordu Lif Levha Endüstrisi, Mdf, MDFLAM Üretim Teknolojisi.
- Anonim, (2017). Wemhöner., Bulletin. April
- Ayrılmış, N., (2000). MDF’nin Teknolojik Özellikleri Üzerine Ağaç Türünün Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Bozkurt, A. Y., (1992). Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No: 3652, Fakülte Yayın No: 415, İstanbul.

- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., (1997). Ağaç Teknolojisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Üniversite Yayın No: 3998, Fak. Yay. No: 445, İstanbul.
- Bozkurt, Y. ve Erdin, N., (2000). Odun Anatomisi. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi, Üniversite Yayın No: 4263, Fak. Yay. No: 466, İstanbul.
- Bozkurt, A.Y. ve Göker, Y., (1987). Fiziksel ve Mekaniksel Ağaç Teknolojisi. İ. Ü Yayın No: 3445, Orman Fak. Yayın No: 388 İstanbul.
- Casey JP., (1960). Pulp and Paper: Chemistry and Chemical Technology. Interscience Press. London, Pp. 1970.
- Casey JP., (1982). Selüloz ve Kağıt Kimyası ve Kimyasal Teknoloji. Seka Kağıt Sanayi Yayını, Cilt 1, İzmit.
- Dilik, T., (1997). Lamine Ağaç Malzemedden Pencere Profili Üretimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Doktora Tezi (yayımlanmamış), İÜ. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul.
- Doğanay, S., (1985). Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Ahşap Malzemenin Vida Tutma Direncinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi, 69 s, Ankara.
- Eroğlu, H., (1988). Lif levha Endüstrisi. Lisans Ders Notu K.T.Ü. Orman Fakültesi.
- Eroğlu, H. ve Usta, M., (2000). Lif Levha Üretim Teknolojisi, K.T.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon.
- Güler, C. and Ozen, R., (2004). Some Properties Of Particleboards Made From Cotton Stalks (*Gossypiumhirsutum L.*), Holz als Roh- und Werkstoff 62: 40-43
- Halvarsson, S., Norgren, M. and Edlund, H., (2005). Processing Of Wheat Straw Materials For Production Medium Density Fiberboard (MDF), Appita 623-629
- Hızıroğlu Et. Al., (1993). Linear Expansion and Surface Stability of Particleboard. Forest ProductsJournal. 43.44.S. 31-34.
- Hızıroğlu, S., (1996). Surface Roughness Analysis Of Wood Composites. Forest Products Journal. 46.7/8.S. 67-72.
- Hus, S., (1977). Ağaç Malzeme Tutkalları. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 2337, Orman Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- İstek, A., (2006). Sert Liflevhaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerine Sıcaklık ve Basınçın Etkisi. Z.K.Ü. Bartın Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü 8-10, Bartın.

- Kara, H.R., (2011). Termik İşlemin Orta Yoğunluktaki Lif Levhaların Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Kara, M.E., (2011). Tutkal Miktarı ve Levha Yoğunluğunun MDF'nin Fiziksel ve Mekanik Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, 131s, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Koç, E., (2002). MDF'de Profilli Yüzeylerin Kaplanması Bazı Faktörlerin Görünüm Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lee Et Al., (2006). Mechanical and Physical Properties Of Agro-Based Fiberboard. Holz als Roh- und Werkstoff. 64: 74-79.
- Malkoçoğlu, A., (1994). Doğu Kayını Odununun Teknolojik Özellikleri. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Maloney, T. M., (1993). Particleboard and Dry Particleboard And Dry Process Fiberboard Manufacturing, Updated Edition Miller Freeman Publication, California. U.S.A.
- Maloney, T. M., (1996). The family of wood composite materials, Forest Prod. J. 46: 1926
- Merev, N., (1988). Odun Anatomisi ve Odun Tanıtımı Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- Morton R ve Crosby CM., (1969). Distribution of Phenolic Resins in Laminating Papers. TAPPI Journal, 52: 4-9.
- Muğla, K., (2010). Farklı Yüzey Kaplama Malzemelerinin Mdf Levhaların Yüzey Özellikleri Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi.
- Nemli, G., (2003). Effects of Some Manufacturing Factors on the Properties of Particleboard Manufactured From Alder, Turk. J. Agric. For., 27: 99-104.
- Öktem, E., (1994). Kızılcam El Kitabı Dizisi 2.Ormancılık Araştırma Enstitüsü Muhtelif Yayın No: 52, Ankara.
- Özen, R., (1979). Lif levha Endüstrisi Ders Notları, K.T.Ü. Orman Fakültesi.
- Rapson, D., (1991). What happens with blending in the MDF Blowline. International particle board/composite materials symposium, Proceedings of the Twenty-Four Washington state university, U.S.A.
- Rowell, R. M., (1984). Penetration and Reactivity of Cell Wall Components, Chapter 4, American Chemical Society.

- Rowell, R. M., Imamura, Y., Kawai, S., Norimoto, M., (1989). Dimensional Stability, Decay Resistance and Mechanical Properties of Veneer-Faced Low-Density Particleboards Made from Acetylated Wood, Wood and Fiber Science, 21,1, 67-79.
- SCAN-P20: 67., (2008). Scan Test Scandinavian Pulp. Kağıt ve Levha Komitesi, Stockholm – İsveç.
- SCAN-P7: 63., (2004). Scan Test Scandinavian Pulp. Kağıt ve Levha Komitesi, Stockholm – İsveç.
- Sheist I., (1980). Handbook of Adhesives. Van Nostrand Reinbold Press, New York.
- Tank T., (1999). Tutkallar Ve Yapıştırma Teknolojisi Ders Notları, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayın No. 23, Orman Fakültesi Matbaası, İstanbul.
- Tank, T., (1980). Lif ve Selüloz Teknolojisi 1.Lisans Ders Kitabı, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 2362 Orman Fakültesi Yayın No: 272, İstanbul.
- TAPPI-T432., (1999). Water Absorbency Of Bibulous Papers. Pulp and Paper Institute, TAPPI, Wisconsin, ABD.
- TAPPI-T441., (2004). Water Absorptiveness Of Sized (Non-Bibulous) Paper, Paperboard, And Corrugated Fiberboard (Cobb Test). Pulp and Paper Institute, TAPPI, Wisconsin, ABD.
- TAPPI-T492., (1999). Water Absorbency Of Bibulous Papers, Pulp and Paper Institute,, TAPPI, Wisconsin, A.B.D.
- TS 1351.1974.Lif levha üretiminde kullanılabilir lif-yonga odunu boyutları, Ankara.
- TS 1770 (1999) Odun Lifi ve Yonga levhaları (Sentetik Reçinelerle Kaplanmış). Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS 3639.Ahşap esaslı levhalar-deney numunelerinin suda kalınlığına şişme tayini TS EN 319.Yonga ve liflevhalar-levha yüzeyine dik çekme dayanımın tayini
- TS 64-1 EN 622-1.Lif levhalar-Özellikler-Bölüm 1: Genel Özellikler TS 64., (1963). Odun Lifi Levhaları-Tanım ve Sınıflandırma.
- TS EN 14323 (2006) Ahşap Esaslı Levhalar-İç Mekân Kullanımları İçin Melamin Yüzlü Levhalar-Deney Metotları, Türk Standartlar Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- TS EN 301., (1995). Yapıştırıcılar – Fenolik ve Amino plastik – Yüke Dayanımının Gerekli Olduğu Ahşap Yapılar İçin - Sınıflandırma ve Performans Özellikleri.

TS EN 310.Ahşap esaslı levhalar-eğilme dayanımı ve eğilme elastikiyet modülünün tayini.

TS EN 325.Ahşap esaslı levhalar-deney numunelerinin boyutlarının tayini

TS EN 326-1.Ahşap esaslı levhalar-numune alma kesme ve muayene bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi.

URL – 1 (2010) <http://www.odevkazani.com>. 06 Nisan 2010

URL – 2 (2010) <http://www.dekorrehberi.com> 06 Nisan 2010

URL – 3 (2010) <http://www.lakeboya.com> 06 Nisan 2010

Ustaömer, D., Usta, M., Boran, S., (2006). Bazı Borlu Bileşiklerle Muamele Edilerek Üretilmiş Liflevhaların Spektrofotometrik Yöntemle Renk Değişimlerinin Belirlenmesi, III. International Boron Symposium, Ankara.

Wu., (2001). Comparative properties of bagasse particleboard. Pages 277-284 in Mei C., Zhou X., Sun D., Zheng Y., Xu X. eds. Proc. Symposium on Utilization of Agricultural and Forestry Residues, October 31- November 3. Nanjing Forestry University, Nanjing, China.

Ye, X. P., Julson, J., Kuo, M., Womac, A. and Myers, D., (2007). Properties of medium density fiberboards made from renewable biomass, Bioresource Technology 98: 1077–1084.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Bulut ÖNEM
Doğum Yeri : Ordu
Doğum Tarihi : 18.08.1986
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce



Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Ordu Lisesi – 2003
Lisans : Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü – 2009
Yüksek Lisans : Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı – 2018
(devam ediyor)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl:

Ekol Kontrplak A.Ş. TAŞKÖPRÜ
Üretim Sorumlusu 2010 – 2011
Çamsan Poyraz A.Ş. ORDU
Kaplama Parke Üretim mühendisi, 2011 –