

T.C
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MANTAR AGLOMERE VE ORTA YOĞUNLUKLU LİF LEVHA (MDF)
TABAKALARIYLA OLUŞTURULMUŞ KOMPOZİT MALZEMENİN
İÇ MEKAN DONATI ELEMANLARINDA LEVHA OLARAK
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Y. İç Mimar Mustafa Adil KASAPSEÇKİN

İç Mimarlık Anabilim Dalı

İç Mimarlık Doktora Programı

Tez Danışmanı

Doç. Dr. İpek FİTOZ

MAYIS 2015

T.C
MİMAR SİNAN GÜZEL SANATLAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MANTAR AGLOMERE VE ORTA YOĞUNLUKLU LİF LEVHA (MDF)
TABAKALARIYLA OLUŞTURULMUŞ KOMPOZİT MALZEMENİN
İÇ MEKAN DONATI ELEMANLARINDA LEVHA OLARAK
KULLANIMININ ARAŞTIRILMASI**

DOKTORA TEZİ

Y. İç Mimar Mustafa Adil KASAPSEÇKİN

İç Mimarlık Anabilim Dalı

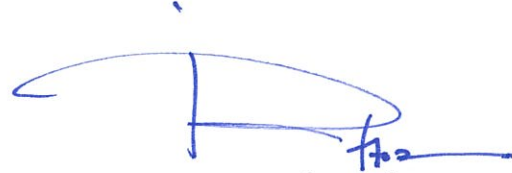
İç Mimarlık Doktora Programı

Tez Danışmanı

Doç. Dr. İpek FİTOZ

MAYIS 2015

Mustafa Adil KASAPSEÇKİN tarafından hazırlanan Mantar Aglomere Ve Orta Yoğunluklu Lif Levha (Mdf) Tabakalarıyla Oluşturulmuş Kompozit Malzemenin İç Mekan Donatı Elemanlarında Levha Olarak Kullanımının Araştırılması adlı bu tezin doktora tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.



Doç. Dr. İpek FİTOZ

Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından İç Mimarlık Anabilim Dalında doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan:

: DOÇ.DR. İPEK FİTOZ

Üye

: Prof. Dr. Burcu ÇAYIRCI

Üye

: Prof. Murat YENER

Üye

: Doç. Didem Baş

Üye

: Yrd. Doç. Bahar KAYA

Bu tez, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Mustafa Adil KASAPSEÇKİN

Bu çalışma MSGSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi Başkanlığı tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 2014-26

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

ÖNSÖZ

Çalışmam sırasında destekleri ve yardımları ile bana yol gösteren danışmanım Doç. Dr. İpek FİTOZ' a, büyük bir özveri ile tezimi takip ederek bana yol gösteren çok kıymetli hocam Prof. Nuran YENER' e, bilgisi ve görüşleri ile her zaman yanımda olan ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen Yrd. Doç. Damla ALTUNCU' ya, desteğini hiçbir zaman eksik etmeyen Esra BAYIR' a, deneylerin gerçekleştirilmesinde büyük emekleri geçen Türk Standartları Enstitüsü Gebze Kalite Kampüsü Yapı Malzemeleri Laboratuvarı ve İzmir EX Laboratuvarı ekibine ve Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü' nde görev yapmakta olan değerli hocalarım ve çalışma arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2015

Mustafa Adil KASAPSEÇKİN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER	ii
ÇİZELGE LİSTESİ	iv
ŞEKİL LİSTESİ	v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	viii
ÖZET	x
SUMMARY	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı ve Kapsamı	2
1.2. Araştırmanın Yöntemi	2
2. GENEL TANIM VE KAVRAMLAR	4
2.1. Mantar Malzeme	4
2.1.1. Genel Özellikleri	6
2.1.2. Mantar Katkılı Malzemeler	11
2.2. Lif Levhalar	16
2.2.1. Genel Özellikleri	17
2.2.2. Sınıflandırılması	19
2.3. Yapıştırıcı Maddeler (Tutkallar)	26
2.3.1. Genel Özellikleri	27
2.3.2. Sınıflandırılması	29
2.4. Kompozit Malzeme	33
2.4.1. Genel Özellikleri	34
2.4.2. Sınıflandırılması	35
2.4.2.1. Lif Takviyeli Kompozitler	35
2.4.2.2. Parçacık Takviyeli Kompozitler	37
2.4.2.3. Tabakalı (Yapısal) Kompozitler	37
2.4.3. Mantar Takviyeli Kompozit Malzemeler	38

3. DENEY MALZEMESİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ	42
3.1. Deney Malzemeleri Hakkında Bilgi	42
3.1.1. Mantar Aglomere	42
3.1.2. Orta Yoğunluklu Lif Levha (MDF)	43
3.1.3. Kullanılan Tutkal ve Özelliği	43
3.2. Tabakalı Levha Taslağının Üretimi	43
3.3. Tabakalı Levha Taslağına Uygulanan Testler	48
3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Tayini	52
3.3.1.1. Birim Hacim Ağırlığı	52
3.3.1.2. Rutubet Miktarı	53
3.3.1.3. 24 Saat Süre ile Kalınlığına Şişme	53
3.3.2. Mekanik Özelliklerin Tayini	54
3.3.2.1. Eğilme Mukavemeti	54
3.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	55
3.3.2.3. Dik Çekme (İç Yapışma Kalitesi)	57
3.3.2.4. Vida Tutma Direnci	58
3.3.3. Termik Özelliklerin Tayini	59
3.3.3.1. Isı İletkenlik Katsayısı	59
3.3.4. Kimyasal Özelliklerin Tayini	60
3.3.4.1. Formaldehit Salınımı	60
3.3.4.2. Yangına Mukavemet	63
4. DENEY BULGULARI VE TARTIŞMA	65
4.1. Fiziksel Özelliklere Ait Bulgular	65
4.1.1. Birim Hacim Ağırlığı	65
4.1.2. Rutubet Miktarı	67
4.1.3. 24 Saat Süre ile Kalınlığına Şişme	69
4.2. Mekanik Özelliklere Ait Bulgular	71
4.2.1. Eğilme Mukavemeti	71
4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü	73
4.2.3. Dik Çekme (İç Yapışma Kalitesi)	76
4.2.4. Vida Tutma Direnci	78
4.3. Termik Özelliklere Ait Bulgular	80
4.3.1. Isı İletkenlik Katsayısı	80
4.4. Kimyasal Özelliklere Ait Bulgular	82
4.4.1. Formaldehit Salınımı	82
4.4.2. Yangına Mukavemet	83
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	87
KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	106

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 3.1. Mantar malzemenin teknik özellikleri	42
Çizelge 3.2. Levha taslağına uygulanan testler	49
Çizelge 4.1. Levha Taslağı Birim Hacim Ağırlığı Ölçümleri	66
Çizelge 4.2. Levha Taslağı Rutubet Miktarı Ölçümleri	68
Çizelge 4.3. Levha Taslağı Kalınlığına Şişme Ölçümleri	69
Çizelge 4.4. Numunelere Ait Eğilme Mukavemeti Ölçümleri	71
Çizelge 4.5. Eğilme Mukavemeti Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular	72
Çizelge 4.6. Numunelere Ait Elastikiyet Modülü Ölçümleri	74
Çizelge 4.7. Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular	74
Çizelge 4.8. Numunelere Ait Dik Çekme Dayanımı Ölçümleri ve İstatiksel Bulgular	76
Çizelge 4.9. Numunelere Ait Vida Tutma Direnci Ölçümleri ve İstatiksel Bulgular	78
Çizelge 4.10. Levha Taslağına Ait Isıl Direnç Ölçümleri	80
Çizelge 4.11. Levha Taslağına Ait Formaldehit Salınımı Ölçümleri	82
Çizelge 5.1. Levha Taslağına Ait Teknik Özellikler	92

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2.1. Mantar meşesi hasadı (a), Mantar kabuğu örneği (b)	5
Şekil 2.2. Mantarın hücre sel yapısı (a) Hücre yapısındaki birincil-ikincil duvarlar (b)	7
Şekil 2.3. Farklı boyutlarda mantar granülleri (a-b)	10
Şekil 2.4. Zemin kaplama malzemesi olarak mantar (a) Vitrin tasarımında mantar şişe tıplarının kullanımı (b)	10
Şekil 2.5. Katmanlı mantar üretimi (a) Rulo halde mantar üretimi (b).....	12
Şekil 2.6. Farklı düzeylerde kauçuk katkı lı mantar örnekleri - NBR (a) SBR (b).....	13
Şekil 2.7. Lif Levhalar	16
Şekil 2.8. Düşük yoğunluklu lif levhalardan örnekler (a-b)	20
Şekil 2.9. Orta yoğunluklu lif levhalardan örnekler (a-b).....	21
Şekil 2.10. Malzemede adezyon-kohezyon kuvvetleri (a) Malzemeye yapıştırıcı madde uygulanması (b)	26
Şekil 2.11. Lif takviyeli çimento levha örneği (a) Cam yünü takviyeli ahşap esaslı levha örneği (b)	36
Şekil 3.1. Orta yoğunluklu lif levha ve mantar aglomere tabakalarıyla oluşturulmuş kompozit levha kompozisyonu	45
Şekil 3.2. Levha Taslağı Kesim Şablonu	46
Şekil 3.3. Tabakalı Levha Taslağının Hazırlanışı	47
Şekil 3.4. Pres Aşaması	48
Şekil 3.5. Pres Sonrası Gönyelenerek Üretimi Tamamlanmış Levha Taslağı	48
Şekil 3.6. Levha taslağından deney numunelerinin alınması	49
Şekil 3.7. İklimlendirme kabini.....	50

Şekil 3.8. Hassas terazide ölçüm işlemleri ve kurutma fırını.....	50
Şekil 3.9. Folyo bant ile yalıtılmış numunelerin gaz analiz cihazına yerleştirilmesi....	51
Şekil 3.10. TSE İzmir EX Lab. Yangına mukavemet deney düzeneği ve test cihazları	51
Şekil 3.11. Numune ölçme noktaları.....	52
Şekil 3.12. Birim hacim ağırlığı tayini ölçüm işlemleri.....	52
Şekil 3.13. Desikatörde soğutulan numuneler	53
Şekil 3.14. Komparatörle kalınlık tespiti yapılmış numunelerin suya daldırma öncesi ve daldırma sonrası görüntüleri.....	54
Şekil 3.15. Eğilme mukavemeti testi deney düzeneği.....	55
Şekil 3.16. Eğilme mukavemeti ve eğilmede elastikiyet modülü testi	56
Şekil 3.17. Dik çekme testi deney düzeneği ve numunelerin kopma anı ve sonrası görüntüleri.....	57
Şekil 3.18. Vida tutma kabiliyetinin testi için numunelere açılan kılavuz delikleri, kullanılan vida, test öncesi ve sonrası numune görüntüleri	58
Şekil 3.19. Korumalı tablalı ısı iletkenlik ölçüm cihazı ve deney düzeneği.....	59
Şekil 3.20. Gaz analizi deney düzeneği	60
Şekil 3.21. Kenarları alüminyum bant ile kaplanmış deney numunesi.....	61
Şekil 3.22. Gaz analiz cihazı ve deney düzeneği (a, b). Gaz yıkama şişelerinden 250 ml lik cam jojelere numunelerin nakli (c, d)	62
Şekil 3.23. Erlene pipet yardımıyla amonyum asetat ve asetil aseton çözeltisi ilave edilişi (a). Erlene cam jojelerden sulu çözelti nakli (b). Isıtıcı su banyosuna yerleştirilmek üzere hazırlanmış 9 adet erlen (c). Isıtıcı su banyosu cihazı (d). 40°C lik suda 15 dakika boyunca bekletildikten sonra oluşan yeşilimsi sarı renkte çözelti (e). Spektrofotometre cihazı ve içine yerleştirilmiş absorban tayini yapılacak çözelti(f).....	62
Şekil 3.24. Numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri.....	64

Şekil 3.25. Yanmayı geciktirici solüsyon uygulanmış numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri	64
Şekil 4.1. Tez kapsamında üretilen levha taslağının eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneylerine ait grafik.....	75
Şekil 4.2. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzeye dik çekme deneyine ait grafik.	77
Şekil 4.3. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzey vida tutma kabiliyeti deneyine ait grafik.....	79
Şekil 4.4. Tez kapsamında üretilen levha taslağının ısı direnç deneyine ait grafik ..	81
Şekil 4.5. Alev almayı geciktirici madde uygulanmadan teste tabi tutulmuş levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları	84
Şekil 4.6. Alev almayı geciktirici madde uygulanmış levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları.....	85
Şekil 5.1. Hareketli parça kullanımı (a), Dolabın parçalarında kullanımı (b).....	93
Şekil 5.2. Akustik panel kullanımı örneği (a), Raf kullanımı örneği (b)	94

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

CNC	: Computer Numerical Control/ Mekanik işleme tezgahı
CO₂	: Karbondioksit
DIN EN	: Deutsches Institut für Normung (DIN) European Norms (EN)
Em	: Elastikiyet Modülü
EVA	: Etilen Vinil Asetat
FF	: Fenol Formaldehit Tutkalı
FIGRA	: Fire Growth Rate/ Birim Zamandaki Isı Artışı
Fm	: Eğilme Dayanımı
F_{t1}	: Levha Yüzeyine Dik Yöndeki Çekme Dayanımı
G_t	: Kalınlığına Şişme
H	: Rutubet Miktarı
HDF	: High Density Fibreboard /Yüksek Yoğunlu Lif Levha
Kg/m³	: Kilogram/metreküp
KW	: Kilowatt
Lt/h	: Litre/saat
MDF	: Medium Density Fiberboard / Orta Yoğunluklu Lif Levha
NBR	: Nitril Butadin Rubber
N	: Newton
N/mm²	: Newton/milimetrekare
O	: Oksijen
OKB	: Kontrplak
OSB	: Oriented Structurel Board /Yüksek Mukavemetli, Neme Dayanıklı Levha
p	: Birim Hacim Ağırlığı

Ph	: Asitlik veya Bazlık Derecesini Tarif Eden Ölçü Birimi
PMDI	: Polimerik Difenilmetan Dizosiyonat Tutkalı
PVA	: Polivinil Alkol
PVAc	: Polivinilasetat
PVC	: Polivinil Klorür
SBR	: Stiren Butadin Rubber
SMOGRA	: Smoke Growth Rate/ Duman Büyüme Hızı
ST10	: Pva Bazlı, Su ile Seyreltilebilen Güçlü Tutkal
THR	: Total Heat Release/ Yanma Sırasında Açığa Çıkan Toplam Enerji
TSE EN	: Türk Standartları Enstitüsü – European Norms
TSP	: Total Smoke Production/ Toplam Duman Üretimi
UF	: Üre-Formaldehit
VB20	: PVA bazlı güçlü tutkal, D3 normunda
W/(m.K)	: Watt/ metre kelvin derece
\bar{X}	: Aritmetik ortalama
λ	: Isı İletkenlik Katsayısı

ÖZET

Mantar Aglomere ve Orta Yoğunluklu Lif Levha (Mdf) Tabakalarıyla Oluşturulmuş Kompozit Malzemenin İç Mekân Donatı Elemanlarında Levha Olarak Kullanımının Araştırılması

Bu çalışmada, sert ve düzgün yüzey özelliklerine sahip yüksek mukavemetli orta yoğunluklu lif levha (mdf) ile düşük yoğunluklu, hafif ve esnek yapıya sahip doğal bir malzeme olan mantar aglomere bir araya getirilerek, yeni bir tabakalı kompozit levha kompozisyonu oluşturulmuştur. Levha taslağında, mdf levhalar yüzey tabakası pozisyonunda, mantar aglomere ise dolgu katmanı olarak kullanılmıştır. Oluşturulan tabakalı kompozit levha taslağının endüstride yaygın olarak kullanılan diğer ahşap esaslı levhalara alternatif olarak kullanımının araştırılması amaçlanmaktadır.

Bu amaç doğrultusunda Türk Standartları Enstitüsüne (TS EN) göre, levha taslağının fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesine yönelik deneyler gerçekleştirilmiştir. Levha taslağına ait deney bulguları, TS EN standartları ile literatür taraması sonucu elde edilen veriler paralelinde irdelenmiştir. Araştırmadan çıkan sonuçlar ışığında, üretilen yeni malzemenin iç mekan donatı elemanlarında levha olarak kullanımı hakkında önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Kompozit Malzeme, Mantar Aglomere, Orta Yoğunluklu Lif Levha (MDF), İç Mekân Donatısı

SUMMARY

Investigation Of The Composite Material Formed With Cork Agglomerate And Medium Density Fiberboard Layers With Usage of Interior Reinforcement As A Panel Material

In this study; A new laminated composite board is formed by bringing together having properties of high strength, a hard and smooth surface characteristics medium density fiberboard (mdf) and low density, lightweight with flexible structure, natural material cork agglomerate. In the board draft, mdf is used as a surface layer and cork used as a filler layer. It is investigated using created a draft of laminated composite board as an alternative to other wood based panels widely used in industry.

For this purpose, according to Turkish Standarts Institute tests were carried out to determine physical, mechanical, thermal and chemical properties of board draft. Test findings of the board draft were semtinized in line with datas obtained from TS EN standarts and literature. According to the results of the study, suggestions have been given on how to use the new material produced as a board interior equipment elements.

Key Words: Cork agglomerates, MDF, Composite material, Interior reinforcement

1. GİRİŞ

İç mekân tasarımı, kullanıcıların ya da mekana ait fonksiyonların gereğini karşılayacak sabit veya hareketli mobilya ve donatıların düzenlenmesiyle gerçekleştirilebilir. Mekânı tanımlayan hareketsiz yapı öğelerine bağlı sabit donatı elemanları ve yapı bileşenlerinden bağımsız hareketli donatı elemanlarının doğru standartlarla organize edilmesiyle oluşturulan iç mekân, kültürel ve fiziksel ihtiyaçların gerekli konfor koşulları çerçevesinde karşılandığı yapay çevreyi, kullanıcılarına sunabilir.

İç mekân donatı elemanlarının tasarımı ve bu elemanlarla düzenlenecek mekâna ait konfor koşullarının gerekli şartlar dâhilinde sağlanabilirliği, donatının üretiminde kullanılan malzemeler ve bu malzemelerin fiziksel, mekanik, kimyasal vb. özellikleriyle yakından ilgilidir.

Günümüz teknolojisinin hızla geliştiği ve endüstrinin de bu gelişim süreci içerisinde farklı malzeme çeşitlerinin oluşumuna imkân sağladığı bilinmektedir. Bu süreçte, yapay malzemelerdeki gelişim ve çeşitlenme, doğal malzemelere göre daha hızlı ivme kazanmıştır. Bu durum, özellikle inşaat endüstrisinde doğal malzemelerin yerine yapay malzemelerin daha fazla tercih edilmesine neden olmuştur.

Ersoy (2001, syf.5) konu hakkında şöyle demektedir:

“Malzemenin tarih içindeki gelişim, değişim ve çeşitlenme süreci incelendiğinde, saf ve doğal malzemenin kullanımdaki payının zamanla gitgide azaldığı, buna karşılık gelişen teknolojiyle birlikte, birden fazla malzemenin değişik tekniklerle bir araya getirildiği, amaca uygun özellikler taşıyan, bir anlamda tasarlanmış malzemenin, başka bir ifadeyle kompozit malzemenin gitgide arttığı, yaygınlaştığı açıkça görülmektedir”.

Bu nedenle özellikle yüksek sertlik ve mukavemet odaklı tabakalı kompozit malzemelerin yapısal bileşenleri önem kazanmaktadır. Kompozit malzemedeki aranan nitelikleri elde edebilmek için malzeme bileşenlerinde kullanılan öğeler, çoğu zaman doğa dostu olarak nitelendirilmemektedir. Bu nedenle çalışmada kompozit

malzemelerin üretiminde doğa dostu olarak nitelendirebileceğimiz mantar aglomere kullanılan ve ahşap esaslı kompozit levhalara alternatif olabilecek yeni bir tabakalı kompozit malzemenin geliştirilmesi konu olarak seçilmiştir.

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE KAPSAMI

Bu çalışmada, doğal bir malzeme olan mantar aglomere ve iç mekân donatı elemanlarında sıklıkla kullanılan orta yoğunluklu lif levha (MDF) katmanlarından oluşturulmuş tabakalı kompozit malzeme taslağının, donatı kurgusunda levha olarak kullanımının araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında, meydana getirilen yeni tabakalı kompozitin levha özellikleri (fiziksel, mekanik, termik, kimyasal) standart test yöntemleri kullanılmak suretiyle belirlenmiş ve ahşap esaslı benzer levhalara alternatif olarak iç mekanda kullanımı değerlendirilmiştir. Levhaya ait akustik özellikler; standartlardaki farklılıklar, deney yöntemlerindeki çeşitlilikler ve levha taslağına ait standart deneyleri gerçekleştiren kurumun önerisiyle araştırma kapsamı dışında bırakılmıştır.

1.2. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Orta yoğunluklu lif levha ve mantar aglomere tabakalarından meydana getirilecek tabakalı kompozit levha taslağının, iç mekan donatı elemanlarının tasarımında levha olarak kullanımının araştırıldığı bu çalışmada, öncelikle konuya altyapı oluşturacak akademik kaynakları kapsayan literatür taraması yapılmıştır.

Çalışmanın teorik kısmını oluşturan genel tanım ve kavramlar başlığı altında, meydana getirilen tabakalı kompozit levhanın katmanlarında kullanılan malzemelerin tanımları yapılmış, araştırmaya temel olan kompozit malzemeler genel hatlarıyla, bu grubun üyesi olan tabakalı kompozit malzemeler ise çeşitli yönleriyle incelenmiştir.

Deney malzemesi ve analiz yöntemleri bölümünde, tabakalı kompozit levha taslağını meydana getirecek malzemelerin özellikleri, tedarik ediliş şekilleri, tabakaları birbirine bağlayacak yapıştırıcı madde ve özelliği belirtilmiş, levha taslağının üretim aşamaları hakkında bilgi verilmiştir. Elde edilecek tabakalı levha taslağına, Türk

Standartları Enstitüsü (TSE) standartlarına göre fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özellikleri tespit edecek standart testler uygulanmıştır.

Deney bulguları ve tartışma bölümünde, gerçekleştirilen deneylere ait bulgular bildirilmiş, elde edilen değerler TS EN standartları ile literatürden elde edilen veriler paralelinde irdelenmiştir.

Sonuç ve önerileri kapsayan son bölümde ise, elde edilen istatistiki ve karşılaştırmalı bulgular üzerinden, meydana getirilen kompozit levha taslağının iç mekân donatısında hangi amaçlara yönelik olarak kullanılabileceği üzerine değerlendirmeler ve tespitler yapılmıştır.

2. GENEL TANIM VE KAVRAMLAR

Tarih içinde malzemelerin değişime uğrayarak çeşitlenmesi, belirli amaçlara yönelik olarak malzeme üretilmesini sağlamıştır. Bu bakımdan malzemelerin de diğer tasarım ürünleri gibi tasarlandıkları söylenebilir.

Tasarlanan malzemelerin üstün özelliklere sahip olmaları beklenmektedir. Bu nedenle farklı malzemelerin kuvvetli özellikleri bir araya getirilerek çok katmanlı kompozit malzemeler oluşturulmuştur. Kompozitlere gösterilen talep, bu tür malzemelerin benzerlerine kıyasla yüksek performansa sahip olmaları nedeniyle zaman içinde artmıştır. Teknolojik gelişmeler sayesinde üretilen malzemeler, zaman içinde değişen kullanım amaçlarına yönelik olarak yeniden tasarlanmış; pek çok malzemeye hafiflik, yüksek dayanım, yüksek rijitlik, korozyon direnci, ısı ve ses yalıtkanlığı gibi özellikler kazandırılmıştır. Böylece kompozit malzemeler, hafif olmaları, seri olarak üretililebilmeleri ve üstün mekanik özellikleriyle, taşımacılık ve inşaattan, ilaç ve ambalaj sanayine kadar uzanan geniş bir alanda iyi birer alternatif malzeme olmuşlardır (Seavey ve diğ., 2001, syf.149-159).

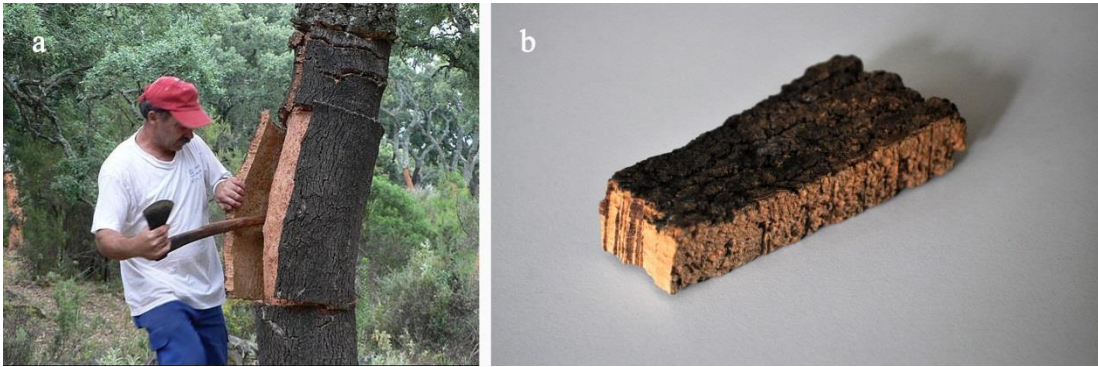
Genel tanım ve kavramlar başlığı altında, meydana getirilen tabakalı kompozit levhanın katmanlarında kullanılan mantar aglomere, lif levha ve tutkallar incelenmiş; ahşap esaslı levha tabakalarıyla oluşturulmuş farklı malzeme kombinasyonları özelinde ve yapısal özellikler ekseninde kompozit malzemeler araştırılmıştır.

2.1. MANTAR MALZEME

Mantar, yaygın olarak ‘Mantar Meşesi’ olarak bilinen, Latince adı ‘*Quercus Suber*’ olan ağaçların kabuğundan elde edilmektedir. Yavaş büyüyen ve yaprak dökmeyen bu ağaçların kabukları, buldukları iklime göre değişiklik göstererek yaklaşık 9-12 yılda bir ağacın gövdesinden soyulmak suretiyle mantar hasadı yapılarak toplanmaktadır. Mantar hasadı süresinin 9 yıldan kısa tutulması ağaçtan gelecek

yıllarda alınacak ürünün kalitesi üzerinde etkili olabileceği gibi, ağacın zarar görmesine de yol açabilmektedir (Borges ve diğ. 1997, syf. 223-229).

Oldukça homojen bir yapıya sahip olan ağacın, gövdesinin zamanla kalınlaşan dış yüzeyinden soyularak elde edilen kabuklardan, mantar hammaddesi elde edilir. Mantar hasadı, ağacın kendisine herhangi bir zarar vermez. Bu açıdan her bir mantar meşesi ağacı, mantar malzemenin üretimi için doğal ve sürdürülebilir özellikler taşıyan sonsuz bir hammadde kaynağıdır. Mantar meşesi ağacı dikildikten 20 yıl sonra ilk hasat gerçekleştirilebilir. Hasat sonrasında mantar meşesi ağacı kendi kabuğunu yeniler ve yaklaşık 200 yıl kadar mantar üretmeye devam eder.



Şekil 2.1. Mantar Meşesi Hasadı (a) Mantar Kabuğu Örneği (b).

İlk kabuk hasadı sonucu elde edilen mantara ‘virgin mantar’ (bakir mantar ya da ilk soyma mantarı) denir. 9 yıl sonra ikinci hasat sonucu elde edilen mantar, ‘secondary mantardır’ (ikincil mantar ya da ikinci soyma mantarı). Bu mantar daha düzgün bir yapıya sahiptir. Üçüncü ve daha sonraki hasatlar sonucu elde edilen mantar ise ‘reproduction mantar’ (üreme mantarı ya da periyodik soyma mantarı) olarak adlandırılır (URL-1, 2015). Mantar aglomere üretiminde kullanılan hammadde mantar, düzgün içyapısı ve yüksek kalitesi nedeniyle daha çok reproduction mantardan (üreme mantarı ya da periyodik soyma mantarından) tercih edilmektedir.

‘Mantar Meşesi’ olarak bilinen, ‘*Quercus Suber*’ ağacı, yağış düzeyi düşük olan ancak yüksek neme sahip iklimlerde yetişir. Ağacın kabuğunun kalınlığı ve kalitesi, iklime ve ağacın büyüme koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Mantar meşesinin doğal yayılış gösterdiği ülkeler; İspanya, Portekiz, İtalya, Fas, Cezayir, Tunus ve Fransa’dır (Alpacar, 1973, syf. 55-69). Bu nedenle Dünya’nın en büyük

mantar üreticileri başta Portekiz olmak üzere; İspanya, Güney Fransa, İtalya'nın bir kısmı, Kuzey Afrika gibi Akdeniz Ülkeleri'nden oluşmaktadır.

'*Quercus Suber*' ağacı ormanlarının %60'ına sahip olan Portekiz, Dünya'da mantar üretiminin %80'ini elinde tutmaktadır. Türkiye ve Yunanistan, İspanya ile aynı paralelde yer almasına rağmen okyanusa yakın olan bölgelerde yıllık yağış ortalamasının daha fazla olması nedeniyle mantar meşesinin yetişmesi için yeterince uygun değildir. Buna rağmen ülkemizde İzmir Torbalı'da öncül bir çalışma geçmiş yıllarda gerçekleştirilmiş; 1975 ve 1977 yılları arasında dikilen ağaçların kabuğu 2006 yazında soyularak deneme amaçlı mantar hasadı yapılmıştır. Bu ağaçlardan hasat edilen kabukların kalite bakımından seri üretim için yeterli olmadığı, sadece mantar granülü ve mantar aglomereden imal edilecek blok ve levha üretiminde kullanılabilir kalitede olduğu görülmüştür (Özsüt, 2009, syf. 425). Sonuçta elde edilen ürünün miktarı henüz bir endüstri oluşturmak için yeterli değildir. O nedenle ülkemize doğal mantar hammaddesi, başta Portekiz olmak üzere yurtdışı ülkelerden ithal edilmektedir.

Doğal mantar hammaddesi istenilen ölçülerde kırılarak ve granül hale dönüştürülerek, yapıştırıcı veya yapıştırıcısız üretim süreci sonunda mantar aglomere haline dönüştürülür. Mantar aglomere; ayakkabı sanayinden, hediyelik eşya yapımına, conta sanayinden, inşaat sanayine kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır.

2.1.1. Genel Özellikleri

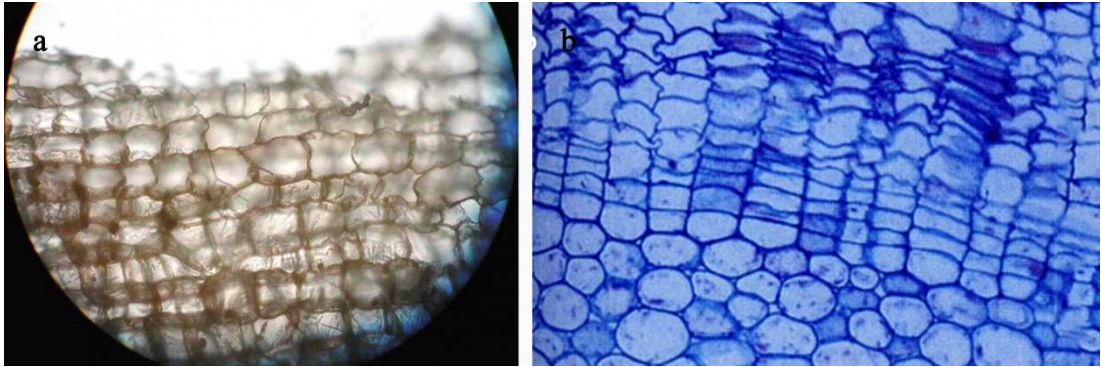
Mantar malzeme, içyapısı itibariyle doğal reçine ile bağlanmış bal peteği benzeri küçük hücrelerden oluşmaktadır. Mantarın hücresel yapısı ve spesifik kimyasal özellikleri, malzemeyi üstün nitelikli doğal ürünlerden biri yapar.

Malzemenin her bir cm³'ünde yaklaşık olarak 42 milyon hücre bulunmaktadır. Her bir hücre hava ile doludur. Bu nedenle mantarın hücresel yapısı, basınç altında sıkıştırıldığında küçülmeğe uygundur (Abdallah, 2006, syf. 14). Basınç ortadan kaldırıldığında malzeme, orijinal şekline geri döner. Bu durum kapalı hücre yapısı nedeniyle mantara başta esneklik ve direnç özelliklerinin yanında hafiflik,

yalıtkanlık, sıvılarda düşük geçirgenlik, doğal haliyle yangına dayanım gibi üstün özellikler de kazandırmaktadır.

Kullanıcılar tarafından çoğunlukla yalıtım malzemesi olarak kullanımı tercih edilen mantar malzemenin iç mekandaki uygulama alanı oldukça geniştir. Mantar malzeme iç mekanda; kompozit malzemelerde katman olarak, ısı ve akustik izolasyon malzemesi olarak, zemin ve duvar kaplama malzemesi olarak, dekoratif pano olarak ve elektrik yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir.

Mantarın hücresel yapısı genel olarak iki katmandan oluşur. Orta kısım, ‘lignin’ bakımından zengin, katmanlı ince bir tabakadan oluşan birincil i duvarından meydana gelmiştir. Lignin mantarın bağlayıcı öğesidir. Bunu, mantar özü olarak adlandırılan ‘suberin’ (mantar özü) ve geçirimsizliği sağlayan balmumu (wax) tabakalarının birleşiminden oluşan ikincil kalın bir dış duvar tabakası takip eder.



şekil 2.2. Mantarın Hücresel Yapısı (a) Hücre Yapısındaki Birincil-İkincil Duvar (b)

Suberin, hücre duvarında bulunan ve malzemeye esneklik kazandıran ana maddedir. Bunların yanında hücreye rengini, ‘tanen’ maddesi verir. Bazı alışmalar ikincil duvarın daha odunsu bir tabaka olduğunu göstermektedir, bu nedenle bu tabakanın sadece mantar özü ve balmumundan (wax) ibaret olmadığı söylenbilir.

Temel makro moleküler bileşenlerinin (mantar özü ve balmumu) yanında polisakkaritler gibi diğer bileşenler de mantarın mevcut kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde önemli bir etkiye sahiptirler. Polisakaritler sayesinde mantar hücrelerinin okmesi engellenir. Böylece yapısal sağamlık sağlanır (Polisakkaritler, birden fazla ve birleşik olmayan monosakkaritin glikozit bağıyla birleşmesiyle

oluşan kimyasal maddelerdir). Mantarda mevcut olan polisakkaritler, selüloz (homopolimer) ve hemiselüloz olan (heteropolimer)'dir.

Mantar katmanlarından oluşan plakalar, mantar meşesinin büyüme hızındaki farklılıkların bir sonucu olarak, farklı kalınlıklara sahip olurlar. Plakaların kalınlık miktarının, malzemenin mekanik özellikleri üzerindeki etkisi oldukça büyüktür.

Yoğun ve karmaşık bir polimerik biçime sahip olan mantar, yapısal olan ve yapısal olmayan bileşenlerden oluşmaktadır. Yapısal bileşenlerden biri olan ekstraktif bileşenler, balmumuyla benzer yapıdadırlar. Bu bileşenler, mantarın geçirgenliğini etkileyen farklı bileşikler sayesinde biyolojik organizmaların malzemeye saldırılarına karşı koruyucu bir rol oynar (Brás ve diğ., 2013, syf. 315-327). Böylece mantar, bakterilerin üremesi için uygun ortamı sağlamaz. Bu durum, mantar malzemenin sıhhi koşulların önemli olduğu mekanlarda da kullanımını üstün kılar.

Mantar malzeme doğal mantar, mantar bileşenleri ve bağlayıcılardan oluşan mantar aglomerelerden imal edilmektedir. Mantar malzemeyi oluşturan bileşenleri bir arada tutan bağlayıcının fiziksel ve kimyasal özellikleri, aglomerenin gücünü belirler (Gil ve Silva, 2000, syf.4-7).

Literatürde mantar malzeme hakkında çeşitli bilimsel çalışmalar bulunmaktadır. Araştırmaların, mantar meşesi, doğal mantar ve aglomere mantar konularında yoğunlaştığı görülmüştür. Genel olarak mantar meşesi konusunda mantarın üretiminin, doğal mantar konusunda mantarın fiziksel, biyolojik ve kimyasal özelliklerinin, aglomere mantar konusunda ise mantarın mekanik ve hidrotermal özelliklerinin incelendiği tespit edilmiştir. Doğal mantar ile ilgili olarak gerçekleştirilen bilimsel çalışmalar malzemenin; fiziksel, mekanik ve hidrotermal özellikleri ekseninde, bulunduğu ortama etkisi üzerine odaklanmaktadır. Mantarın içyapısına ait terminoloji ahşap terminolojisi ile benzerlik göstermektedir.

Ancak mantarın mikro yapısına ait doku yönleri, bazı kaynaklarda radyal ve radyal olmayan olarak ifade edilirken, bazı kaynaklarda teğet ve aksel olarak ifade edilebilmektedir (Rosa ve Fortes, 1991, syf.341-348). Pek çok kaynakta mantarın içyapısındaki yönlerin genel olarak radyal, aksiyal ve teğet olarak ifade edildiği

görülmüştür. Buna bağlı olarak suya batırılmış doğal mantarın üç ana yönde (radyal, aksiyal, teğet) su emdiği tespit edilmiştir. Mantar, içyapı itibariyle birbirinden bağımsız ve kapalı hücrelerden oluştuğu için su emdikçe genişler. Pereira'nın (1992) yaptığı çalışma, mantarın su emme kapasitesinin, 100°C sıcaklıktaki su içinde, oda sıcaklığındaki suya göre iki kez daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşın Rosa ve Fortes'in (1988) gerçekleştirdiği çalışmada, yüksek sıcaklıklarda ısıtılan doğal mantardaki kütle kaybının 200°C'de %15, 350°C'de ise % 62 olarak gerçekleştiği görülmüştür. Bu sıcaklıkların üzerine çıkıldığında, hücre çeperlerinin yapısı önemli ölçüde zarar gördüğü bildirilmiştir.

Abdallah ve arkadaşları (2006) yaptıkları çalışmayla Tunus'ta yetişen doğal mantar kütesinin nemli ortamdaki değişimi üzerindeki ısıtma etkisini araştırmışlardır. Çalışmada mantardan üretilen numuneler, yaklaşık 3 saat kadar 100°C'deki su buharıyla ısıtıldıktan sonra 3 saat boyunca 70°C fırında kurutulmuştur. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlar, mantarın ihtiva ettiği suyun buharlaşma ile azaldığını göstermektedir. Deney numuneleri üzerinde mikroskop altında yapılan gözlemlerde dalgalı olarak görülen hücre duvarlarının sıcaklık altında düzleşerek neredeyse doğrusal hale geldiği bildirilmiştir.

Sanayi atığı mantar, düşük kaliteli mantar ve saf mantar, mantar granülü üretmek için kullanılır. Üretilen malzeme yoğunluk derecesi ve granül boyutlarına göre sınıflandırılır. Mantar granülleri çeşitli uygulamalarda nihai ürün olarak ya da kompozit mantar üretimi için hammadde olarak kullanılabilir (Gil ve Moiteiro, 2003, syf. 157-162).

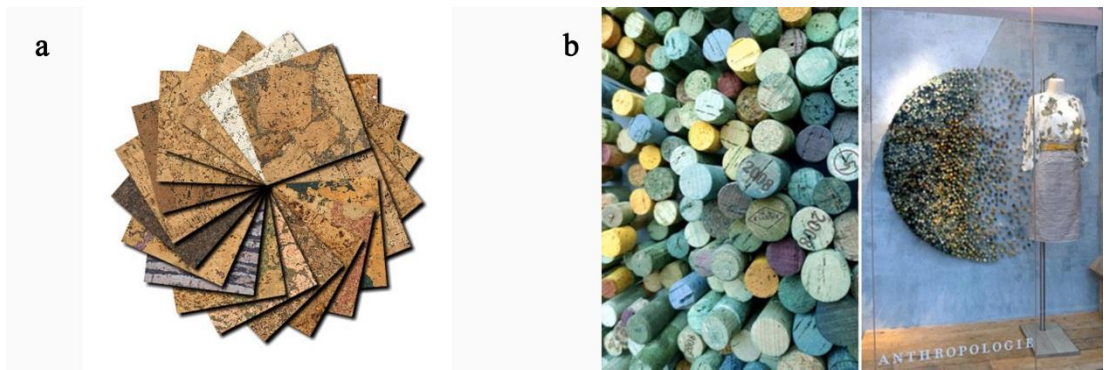
Mantar kompozitleri, mantar granüllerinden oluşan takviye malzemesi ile birlikte, farklı sentetik ya da doğal bağlama maddelerinin (genellikle üretan, melamin ve fenolik reçineleri) basınç altında birleştirilmeleri ile oluşturulur.



Şekil 2.3. Farklı Boyutlarda Mantar Granülleri (a-b)

Mantar endüstrisinde genellikle düşük kaliteli mantar granülleri, mantar atıkları ve yüksek kaliteli (katkısız) mantar granülleri kullanılmaktadır. Yüksek kaliteli mantar granülleri çoğunlukla linolyum (zemin kaplama malzemesi) üretiminde tercih edilmektedir. Bunun dışında mantar malzeme, farklı pek çok alanda hammadde olarak kullanılmaktadır.

Mantar malzeme kompozit haliyle ilk olarak şişe tıpası imalatında kullanılmıştır. İlk aglomere mantar tıplar 20.yy'ın başında çeşitli yapıştırıcılar (dekstrin, jelatin, üre-formaldehit) eklenerek geliştirilmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda mantar malzemenin kullanım alanı genişlemiş, mantar içerikli kompozit malzemeler endüstriyel düzeyde kullanılabilir hale gelmiştir. Günümüzde mantar aglomerelerinin çeşitli türleri farklı amaçlarla kullanılmaktadır.



Şekil 2.4. Zemin Kaplama Malzemesi Olarak Mantar (a)
Vitrin Tasarımında Mantar Şişe Tıplarının Kullanımı (b)

2.1.2. Mantar Katkılı Malzemeler

'Kompozitler' içyapı olarak birbirinden farklı özellikler taşıyan iki ya da daha fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle üretilen yeni malzemelere verilen isimdir. Farklı malzemelerin bir araya getirilmeleriyle oluşan kompozit esaslı yeni malzeme, her iki malzemedeki farklı özelliklere sahiptir. Kompozitleri oluşturan malzemeler, mikroskobik ya da makroskobik düzeylerde bir araya gelebilirler.

Her kompozitte en az iki tip madde bulunmaktadır. Bunlara matris (bağlayıcı) ve takviye (core) malzemesi denir. Bu malzemeler birbirlerinden farklı özelliklere sahip olabilirler. Kompozit içinde yer alan takviye (core) malzemesi taşıyıcı görevindedir. Bu malzemenin etrafında bulunan matris (bağlayıcı) ise malzemeyi bir arada tutmaya ve desteklemeye yarar. Günümüzde takviye (core) malzemesi olarak kullanılan mantar, pek çok farklı matris (bağlayıcı) malzemeyle bir araya gelerek mantar kompozitlerini oluşturmaktadır.

Çeşitli polimerler ile birleştirilerek kompozit malzemelere dönüştürülen mantar katkı malzemeler, yeni özelliklere sahip malzemelerin geliştirilmesine önderlik etmiştir. Böylece mantar malzeme pek çok farklı sektörün sürdürülebilirliği için katkıda bulunmuş ve farklı uygulamalar için yeni bir araştırma alanı yaratılmasını sağlamıştır.

Gil (2009) mantar katkı malzemeler konusunda şöyle demektedir:

"Mantar aglomeraları iki kategoriye ayrılır: katmanlı mantar ve izolasyon mantarı. İzolasyon amaçlı olarak kullanılan mantar malzeme, herhangi bir dış bağlama malzemesi olmadan sadece mantar kullanılarak imal edildiği için kompozit malzeme sınıfına girmemektedir."

Bu nedenle izolasyon mantarı araştırmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

Mantar malzeme ve matris arasındaki ara yüzeyin birbirine daha iyi bağlanması, bileşenlerin birinin yüzeysel modifikasyonu kullanılarak ya da yeni bağlama maddelerinin denenmesiyle geliştirilebilecek bir alandır. Bu alanda gerçekleştirilen metodolojik çalışmalar her ne kadar mantar için sınırlı olsa da yapılanlar umut vadetmektedir (Bengtsson ve diğ., 2007, syf.28-38).

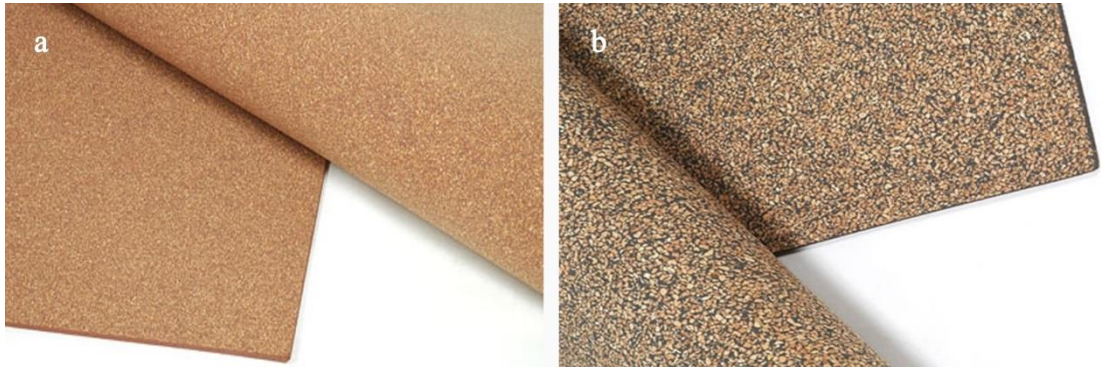
Katmanlı mantar üretimine doğal mantar hammaddesinin elde edilmesiyle başlanır. Granüler yapıdaki mantar malzeme, granülometri yöntemi diğer bir deyişle elek analizi sayesinde hacimsel kütlelerine ayrıştırılarak, otomatik ya da manuel bir karıştırma cihazına (sarmal karıştırıcıya) yerleştirilir. Granülometri bir agrega yığınının tane büyüklüklerine göre dizilişini belirlemek için yapılır. Mantar granülleri, yapıştırıcı ve/veya diğer katkı maddeleriyle karıştırılıp metalik bir kaba konur ve en fazla 120°C'ye kadar ısıtılarak yüksek basınca tabi tutulur. Bu işlemi, kullanıcı ihtiyaçlarına ve malzemenin kullanım amacına uygun olarak farklı bağlayıcılarla, çeşitli düzeylerdeki basınç ve sıcaklık derecelerinde gerçekleştirmek mümkündür. İşlem sonunda dinlendirilen malzeme, tamamen soğuduktan sonra ebatlandırma için hazır hale gelir. Farklı boyutlarda ebatlandırılan malzemedan çeşitli kalınlık ve yoğunluklarda mantar malzeme üretilebilir. Örneğin duvar kaplamaları 200-300 kg/m³ yoğunluğa sahipken, zemin kaplamaları 400-500 kg/m³ yoğunluğa sahiptir (Gil ve Moiteiro, 2003, syf. 157-162). Üretim, levha, rulo veya blok halinde gerçekleştirilebilir. Mantar malzemelerinin boyalı, vinil tabakasıyla haddelenmiş, sadece cilalanmış veya başka bir malzeme ile kaplı olarak da üretilmeleri mümkündür.



Şekil 2.5. Katmanlı Mantar Üretimi (a) Rulo Halde Mantar Üretimi (b)

Mantar-kauçuk üretim yöntemi ise diğer kauçuk benzeri ürünlerin üretimiyle benzerlik göstermektedir. Kauçuk ve mantar granülleri karıştırılır ve elde edilen karışım polimerizasyon için ısıtılan bir kalıp içine yerleştirilir. Malzeme, içine yerleştirilen kalıba göre, blok ya da silindir şeklinde elde edilir. Elde edilen ürün, kesilerek rulo, levha ya da blok haline dönüştürülür. İşlem sonunda ısıtma işlemi, mikrodalga sistemleriyle birkaç dakikada ya da fırınlama yapılarak birkaç saatte gerçekleştirilerek üretim süreci tamamlanır.

Bu yöntemle üretilen malzemelere SBR (stiren butadin rubber), NBR (nitril butadin rubber), akrilik kauçuk ve EVA (etilen vinil asetat) örnek olarak verilebilir.



Şekil 2.6. Farklı Düzeylerde Kauçuk Katkılı Mantar Örnekleri - NBR (a) SBR (b)

Doğal mantarın sınırlı uygulama alanının aksine endüstriyel mantar olarak adlandırılan mantar-kauçuk, ısı ve ses yalıtımından uzay araçları inşasına kadar geniş bir alanda kullanılmaktadır. Endüstriyel ortamda üretilen mantar katkıli kompozit malzemelerin uygulama alanları arasında; ısı yalıtımı, titreşim yalıtımı, akustik düzenlemeler, zemin-duvar kaplaması, asma tavan ve dilatasyon derzleri sayılabilir. Portekiz'de üretilen siyah aglomere mantar ihtiva eden endüstriyel mantar hakkında çeşitli bilimsel çalışmaların yapıldığı bilinmektedir. Gil ve arkadaşları, konu hakkındaki bir çalışmada siyah aglomere mantardan üretilen farklı yoğunluktaki panellerin akustik özelliklerini araştırmışlardır (Gil ve diğ, 1997, syf.293-305). Bunun dışındaki kullanım alanları arasında ise mantar zemin döşemesi ve duvar kaplaması, boru izolasyonu, soğuk depo yalıtımı, titreşim izolasyonu, depolama tankı yalıtımı vb. bulunmaktadır. Mantar malzemeyi endüstriyel olarak vazgeçilmez yapan başlıca özellikler; kaymaz olması, aşınmaya dayanıklı olması, yağ ve tuzlara karşı dirençli olması ve yüksek düzeyde ses yalıtım özelliği taşımasıdır.

Mantardan imal edilen pek çok zemin ve duvar kaplaması benzer süreçler sonucunda üretilir. Mantar tozu otomatik karıştırıcı içinde 350°C'de su buharıyla sıkıştırılarak mantar aglomere elde edilir. Elde edilen mantar aglomere farklı yapı elemanlarıyla bir arada kullanılarak yapı içi kullanıma uygun hale getirilir. Mantar katkıli ürünlerin bu türleri diğ er bazı inşaat malzemelerinin (beton, alçı, ahşap vb.) dış ya da ara katmanı olarak kullanılması sayesinde oluşturulur.

Yapıştırılacak yüzeyin her iki tarafına da bağlayıcı malzemenin uygulanarak farklı özellikteki tabakaların birleştirilmesiyle oluşturulan bu tür malzemeler, genellikle zemin/duvar kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bunun dışında betonarme yapıların genişleme ve daralma olaylarını etkisizleştirmek için tasarlanmış olan malzemeler de mevcuttur. Örneğin dolgu ve genişleme derzleri için geliştirilen mantar malzemeler, genellikle sıcaklık değişimleri nedeniyle oluşan çatlaklara karşı oldukça iyi bir koruma sağlarlar. Bu malzemeler nem koşulları ne olursa olsun, ortam şartlarına uzun süre dayanım gösterebilir.

Mantar katkılı üstün özelliklere sahip kompozit malzemeler arasında; mantar tabanlı kontrplak sandviç kompozitler, mantar/karton atık kompozitleri, mantar/termoplastik kompozitleri, mantar/hidroksi propil selüloz kompozitleri, reçine bazlı bağlayıcıların kullanıldığı kompozitler, mantar/sentetik reçine kompozitleri, kompozit mantar plaka, mantar/kömür kompozitleri, mantar granülleri ile oluşturulmuş hafif polimer harçlar, mantar/alçı karışımları, mantar dolgu maddesi ile poliüretan malzeme kompozitleri sayılabilir.

Konu hakkında literatürde yapılan araştırmada, mantar-polimer kompozitlere yıllar içinde artan bir ilginin olduğu görülmüştür. Fernandes ve diğ. (2011)'nin çalışmasında mantar-silikon katkılı malzemelerin yüzeylerinde oluşan aşınmanın düzeyleri araştırılmıştır. Fernandes ve diğ. (2009)'nin benzer bir başka araştırmasında mantar tozundan elde edilen matrislerin performansları değerlendirilmiştir. Abdallah ve diğ. (2006) gerçekleştirdikleri bir çalışmada mantar matrisin yüzeyi, yapışma performansını arttırmak için 1-3 saat boyunca oda sıcaklığındaki suya tabii tutulmuştur.

Mantar katkılı malzemelerden elde edilen kompozitler ile ilgili olarak Barlow ve Ashby (1989) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, mantar-polimer kompozit elde edebilmek için doğal mantardan elde edilen mantar tozu; termoplastik, termoset, silikon kauçuk malzemeler ve farklı bağlama maddeleri ile karıştırılmıştır. Bu çalışmayla mantar katkılı polimer esaslı kompozit malzemelerin mekanik performansı, kompozit malzemede yer alan mantar içeriğinin miktarı üzerinden araştırılmıştır.

Bilimsel literatürde doğal mantar ve türevlerinin elektrik iletkenlik ve yalıtkanlık özelliklerine ilişkin çalışmalara mantar malzeme hakkındaki diğer çalışmalara oranla daha az rastlanmaktadır. Son dönemde gerçekleştirilen çalışmalarla (Lança ve diğ., 2006) doğal mantar ve bazı mantar kompozitlerinin, elektrik iletkenlik ve yalıtkanlık değerleri tespit edilmiştir. Bu çalışmalara dayanarak mantarın iyi bir elektriksel yalıtım malzemesi olduğu söylenebilir.

Sürdürülebilir ürün tasarımı gün geçtikçe değer kazanan bir kavramdır. Bu bağlamda mantar, sahip olduğu üstün özelliklerle sürdürülebilir ürün tasarımı sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Mantar malzemenin çok yönlülüğü farklı teknolojik dönüşüm süreçleri sayesinde çeşitli alanlarda kullanılmasına izin vermektedir. Örneğin António ve arkadaşları tarafından (2013) atık mantar granülleri içeren çimento esaslı yeni nesil bir şap geliştirilmiştir. Yapılan çalışmada, farklı çimento dozajları ve farklı kalınlıklar kullanılarak darbe kaynaklı gürültü iletiminin azaltılması amaçlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, darbe gürültüsünü azaltan mantar katkılı kompozitlerin darbe kaynaklı sesi yutma potansiyelini göstermektedir. Aynı araştırmacılar, şap üretiminde çimento katkılı karışımlar ile atık mantar granüllerini birleştirerek deneysel bir çalışma da gerçekleştirmişlerdir (Moreira ve diğ., 2014, syf.1-8). Deneyde kullanılan mantar katkılı kompozit malzeme numunesi ile içeriğinde mantar olmayan karışımlardan elde edilen malzemeler karşılaştırılmış; sonuçta numune malzemenin geçirgenliğini su buharının arttırdığı, buna karşın; numune malzemedeki yer alan mantar granüllerinin, yoğunluk, sıkışma dayanımı ve ısı iletkenliğini azalttığı görülmüştür. Bir başka çalışmada beton zeminlerde kullanılan mantar katmanları sayesinde sağlanan termal gecikme süresi analiz edilmiş, termal performansın önemli olduğu uygulama alanlarında mantarın kullanımı tartışılmıştır (Tadeu ve diğ., 2014, syf.611-619). Bu bağlamda daha fazla sayıda mantar tabakanın uygulanmasıyla daha yüksek ısı izolasyonu sağlanabileceği de söylenebilir.

Pullar ve Marques'in (2014) bir araştırmasında ilk kez ecoceramics (çevreye duyarlı seramik) üretimi için hücreli yapıya sahip olan manyetik köpükler elde etmek amacıyla mantar katkılı özel bir malzeme üretilmiştir. Bu çalışmada ecoceramics malzeme, mantar matris (bağlayıcı) ve yüzey malzemesi olarak mantar kullanılarak hafif ve gözenekli seramik tabanlı mantar malzeme elde edilmiştir.

Sonuç olarak mantar katkılı kompozitler, üretim ve uygulama detayları açısından gelişmesini sürdüren yeni bir araştırma alanıdır. Mantar katkılı kompozit malzemeler diğer kompozit bileşenlerine göre üstün özellikleri olması, bunun yanında çevreye duyarlı, geri dönüşüme uygun ve sürdürülebilir bir malzeme olması nedeniyle de araştırmacılar ve üreticiler tarafından ilgi çekmektedir.

2.2. LİF LEVHALAR

Orman ürünleri hakkında Güller (2001) araştırmasında;

“Orman kaynakları dünyada 3.689 milyar hektar alana sahiptir. Bu alan yeryüzünün yaklaşık %29’unu kaplamaktadır. Bu kaynaklardan yıllık toplam odun üretimi yaklaşık 3,4 milyar m³ olup, ekonomiye katkısı yaklaşık %2 civarındadır. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations - Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü) verilerine göre mevcut ormanların yaklaşık %5’i plantasyon, %95’i ise doğal ormanlardan oluşmaktadır” demiştir.

Bu veriler dahilinde mevcut orman kaynaklarının uzun vadede ahşap endüstrisine hammadde sağlamada tek başına yeterli olamayacağı söylenebilir. Bununla birlikte kullanıcı talepleri doğrultusunda ahşap üretiminde, orman kaynakları dışında farklı kaynaklara da ihtiyaç olduğu açıktır. Odun liflerinden elde edilen çeşitli kompozit levhalar bu ihtiyaca alternatif çözümler sağlamak amacıyla geliştirilmişlerdir.



Şekil 2.7. Lif Levhalar

Odun lifinden elde edilen kompozit levhalar, sahip oldukları mekanik ve fiziksel özellikler sayesinde masif ahşapta bulunabilecek budak, çürük, vs. gibi kusurları ihtiva etmezler. Yapısal özellikleri önceden teknik olarak tasarlanabildiğinden; direnç, özgül ağırlık, sertlik vs. gibi değerleri üretim aşamasında istenilen düzeylerde ayarlanabilmektedir.

2.2.1. Genel Özellikleri

Lif terimi oldukça genel bir ifadedir. Bozkurt ve Erdin'e göre (1989) 'Odun lifi', yaşlanan ağaçta sertleşen ve besin iletimi yapamayan gözeler topluluğuna denirken 'lif levha' ise ısı ve/veya basınç uygulaması ile lignoselülozik liflerden üretilmiş, kalınlığı 1,5 mm ve daha büyük olan panel malzemelere denilmektedir.

Lif levhalara ait tanımlar, alındıkları kaynaklara göre farklılık göstermektedir. Odun lifi levhaları hakkındaki standart, TS 64'e göre (1963):

"Lif levha, odunlaşmış liflerin doğal yapışma ve keçeleşme özelliklerinden yararlanılarak biçimlendirilmesi sonucunda elde edilen ve kalınlığı genellikle 1,5 mm'den çok olan levha biçimindeki malzemedir."

Bu standartta malzemeye ait; boyutlar, odun lifi levhaların fiziksel ve mekanik özellikleri, örnek alma koşulları, kondüsyonlama, muayene ve deneyler, birim hacim ağırlığı tayini, eğilme dayanımı gibi konularda genel özellikler yer almaktadır.

ISO 818'e göre (1975) ise:

"lif levha, doğal yapışma ve keçeleşme özelliğine sahip ligno-selülozik liflerden elde edilen ve kalınlığı genellikle 1,5 mm'den fazla olan homojen yapıdaki levhalardır. Yapısına, ilave olarak tutkal ve/veya katkı maddeleri katılabilir."

Lif levha üretimi, yaş, yarı kuru ve kuru olmak üzere üç yöntemle gerçekleştirilmektedir. Yöntemleri birbirinden ayıran en önemli unsur, liflerin taşınmasını ve levha taslağının oluşumunu sağlayan ortamdır. Yaş yöntemde lifler su ile taşınır ve levha taslağı sulu bir ortamda oluşturulur. Yarı kuru ve kuru yöntemde ise lifler hava ile taşınır ve levha taslağı kuru bir ortamda oluşturulur. Kuru ve yarı kuru yöntemde bağlayıcı madde olarak sentetik (polimer) tutkal kullanılması gerekirken, ıslak sistemde ise ahşaptaki mevcut bağlayıcı maddeler yeterli olmaktadır. Bunun yanında yaş yöntemle lif levha üretiminde iğne yapraklı ağaçlar daha fazla tercih edilirken, yarı kuru-kuru yöntemde ise yapraklı ağaçlar tercih edilmektedir.

Farklı yoğunluklarda üretilen lif levhalar, çeşitli ağaç liflerinin farklı sıcaklık ve basınç değerleri altında, uygun tutkallarla bir araya getirilmesi sonucunda üretilirler. Farklı tekniklerle geliştirilen ahşap kompozitlerine ağacın lifli yapısından dolayı 'lif levha' adı verilmiştir. Lif levha üretiminde çürüksüz ve orta yoğunlukta, çok fazla

budak ihtiva etmeyen, ekstraktif madde içeriği yüksek olmayan ve pH değeri 4-5 civarında olan her türlü ligno-selülozik ahşap esaslı materyal kullanılabilir.

Lif levha üretiminde levha kalitesini etkileyen birçok faktör vardır. Bunlar arasında; levhanın üretildiği hammaddenin özelliği, levha yoğunluğu, katkı maddelerinin miktarları ve çeşidi, pres şartları ve pres sonrası yapılan işlemler en önemlileridir.

Lif levha üretiminde hammadde olarak genellikle kereste-mobilya fabrikalarının atıkları, ağaç kabukları, keten-kendir-mısır vb. bitkilerin sapları kullanılmaktadır. Küçük boyutlu hammaddeler vakum ve basınç altında buhar kazanlarında pişirmeden dolayı daha hızlı lif haline gelirken, büyük boyutlu hammaddeler liflenmeye karşı direnç göstermektedirler. Bu nedenle seçilen hammaddenin lif boyutlarına ve genel fiziksel/mekanik özelliklerine bağlı olarak levha yoğunluklarında farklılıklar oluşmaktadır.

Gürtekin ve Oğuz'a göre (2002);

“Lifler, üretilecek levhanın çeşidine göre kimyasal özellikli bazı katkı maddeleriyle karıştırılır. Lif levha üretiminde kullanılan katkı maddeleri;

- Yapıştırıcı maddeler (tutkallar): Üre-formaldehit, fenol-formaldehit ve melamin-formaldehittir. Rutubetli ortamlarda kullanılan lif levhaların üretiminde fenol ya da melamin formaldehit yapıştırıcılar kullanılır.
- Yapıştırıcılara karıştırılan katkı maddeleri: Alüminyum sülfat, ferro sülfat ya da sülfirik asit.
- Mantar ve haşarata karşı koruyucu maddeler: Pentaklor fenol.
- Yangına karşı koruyucular: Amonyum fosfat, boraks, borik asit, çinko klorür.
- Suyu dayanıklılığı artıran maddeler: Parafin, soya yağı, keten tohumu ya da mum şeklindedir.”

Malzemenin kullanımında levhalara uygulanan yüzey işlemlerinin önemi büyüktür. Bu işlemler basit şekilde boyamadan yüzeylerin lamine edilmesine kadar çeşitlilik göstermektedir. Yüzey kaplama işlemleri ile levhaların eskime, aşınma, çizilme dirençleriyle ısı, ışık ve kimyasal maddelerin etkisine karşı direncin arttığı ve bakteri barındırmadıkları belirlenmiştir.

Levha yüzeylerinin kaplanması sonucu; mekanik özelliklerin iyileştiği, boyutsal stabilitenin arttığı, eğilme direncinin yükseldiği ve formaldehit emisyonunun azaldığı bildirilmiştir (Nemli ve diğ., 2004, syf.58).

2.2.2. Sınıflandırılması

Konu hakkındaki literatür araştırmasında lif levhaların farklı kaynaklarda çeşitli ölçütler temel alınarak sınıflandırıldığı görülmüştür. Buna göre lif levhaların genellikle yoğunluklarına ve yapıştırma kullanılan tutkal türlerine göre sınıflandırıldıkları söylenebilir. Bunun yanında levhalar, yoğunluklarına göre sert, orta sert ya da yumuşak olarak alt sınıflara da ayrılmaktadırlar.

Eroğlu'na göre (1994): “Yoğunluklarına göre lif levhalar;

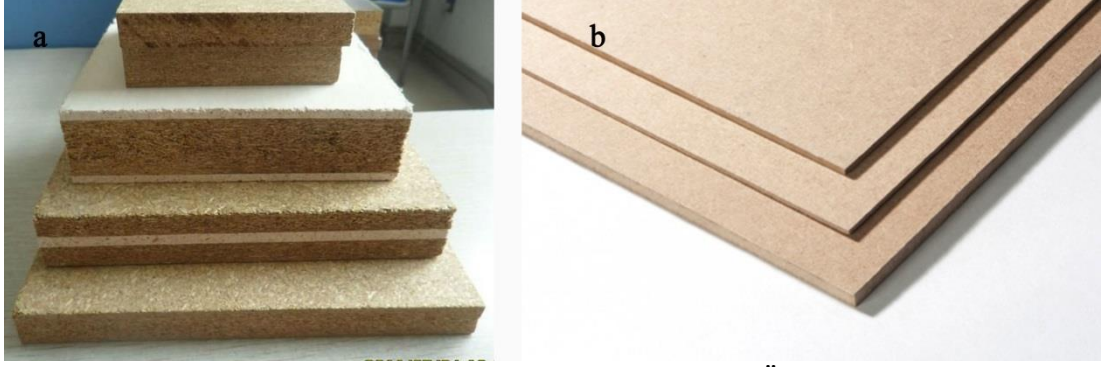
- Düşük yoğunlukta lif levhalar-izolasyon lif levhası (LDF-Light Density Fiberboard): $0,35 \text{ g/cm}^3$ 'ten daha düşük yoğunlukta olan lif levhalar.
- Orta yoğunlukta lif levhalar (MDF-Medium Density Fiberboard): $0,35-0,80 \text{ g/cm}^3$ arasında yoğunluğa sahip lif levhalar.
- Yüksek yoğunlukta lif levhalar-Sert lif levha (HDF-High Density Fiberboard): $0,80-1,1 \text{ g/cm}^3$ arasında yoğunluğa sahip lif levhalar” olarak sıralanmaktadır.

Düşük Yoğunluklu Lif Levhalar (LDF-Light Density Fiberboard)

Güller'e göre (2001, syf. 135-160) düşük yoğunluklu lif levhalar;

“Bu levhalar düşük yoğunluğa sahiptirler ($0,16-0,50 \text{ gr/cm}^3$). Binalarda izolasyon amaçlı ve yer döşemesi olarak kullanılırlar. Köpüklü plastik levhaların (panellerin) rekabeti izolasyon levhalarının üretimini azalmasında önemli bir etkidir. Mevcut işletmelerin pek çoğu yanmaya dayanıklı bir ürün yapmak amacıyla, odun lifinden çok, mineral lif kullanmaktadır.”

Düşük yoğunluklu lif levhalar daha çok katı poliüretan köpükler, folyolar, fiberglass ve diğer malzemelerle bir arada kullanılabilen levhalar halinde, duvarlar ve çatılar için yalıtım elemanı olarak üretilmektedir (Haygreen ve Bowyer, 1996, syf.360-369).



Şekil 2.8. Düşük Yoğunluklu Lif Levhalardan Örnekler (a-b)

Düşük yoğunluklu lif levhalar, üretim tesisinde ve/veya yerinde yüzey dolgusu ve macunlama yapılarak boyanabilir, yüzeylerine vernik uygulaması yapılabilir. Levhaların akustik özelliklerini arttırmak için malzeme yüzeyi üzerinde delikler açılabilir. Bu tür levhalar neme, küfe, yangına, vs. gibi dış etkenlere dayanımı arttırmak amacıyla katkı maddeleri ilave edilerek üretilebilir.

Orta Yoğunluklu Lif Levhalar (MDF-Medium Density Fiberboard)

Akbulut'a göre (1999);

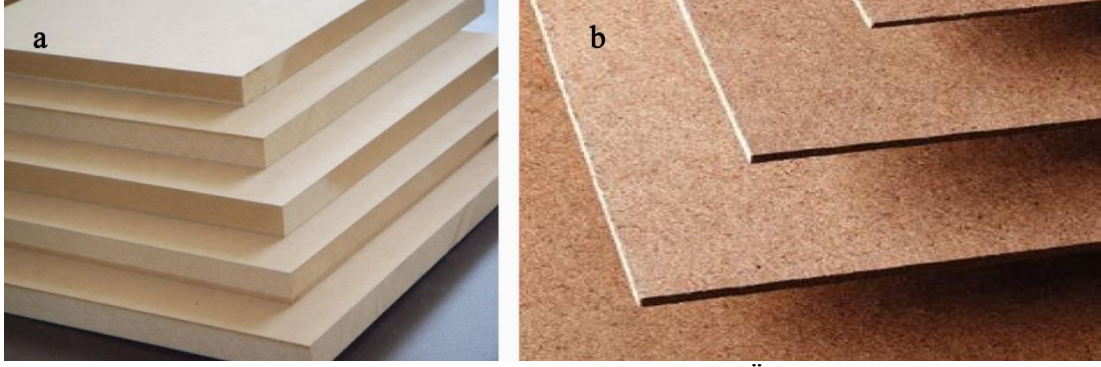
“MDF, orta sertlikte bir lif levha olup, termomekanik olarak odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra yaklaşık %9-11 oranında sıcakta sertleşen bir tutkal ile karıştırılarak sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle oluşan homojen yapıda levhadır. MDF'nin kalınlığı 80-60 mm, yoğunluğu ise genelde 0.55-0.80 g/cm arasında değişmekte olup, çoğunlukla 0.70-0.80 g/cm arasında üretilmektedir.”

Oran'a göre (2012);

“Orta yoğunlukta lif levhalar (MDF), termo-mekanik olarak odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra yaklaşık %9-11 oranında termoset esaslı yapıştırıcılar ile tutkallanarak sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle oluşturulan geniş levhalardır.”

Gürtekin'e göre (2007);

“MDF üretiminde hammadde olarak en az 8 cm çapında, hastaliksız ve kusursuz odunlar kullanılır. Yoğunluğu 0,35-0,65 gr/cm³ arsında değişen ağaç türleri MDF üretimi için uygundur.”



Şekil 2.9. Orta Yoğunluklu Lif Levhalardan Örnekler (a-b)

MDF levhalar; düzgün yüzeyli, üst yüzeyleri kaplanabilen, baskı yapılabilen, boyanabilen ve ağaç işleyen makinelerle masif ahşap gibi işlenebilen bir malzemedir. Uygun kalınlıkta üretilebilmesi, makine ile işlenmeye elverişli olması ve yüksek mukavemet özelliği, MDF' nin masif ahşaba alternatif olarak kullanılmasına olanak sağlar.

MDF levhalar yapı içinde; zemin döşemesi, tavan kaplama malzemesi veya doğrudan doğruya asma tavan, bölücü eleman, kapı kasası ve kapı, küpeşte, dolap kapağı, mobilya, süpürgelik, mutfak ve banyo dolabı olarak kullanılmaktadır. Bunun yanında MDF levhalar inşaat sektöründe, kaplama malzemesi, parke ya da kalıp vb. olarak, makine sektöründe ise tabla, bölme, ambalaj vb. olarak kullanılmaktadır.

MDF levhaların üretiminde standart bir işlem sıralaması takip edilir. Üretim esnasında levha; yongalama, ısıl işlem, liflere ayırma ve serme işlemlerinden geçirilir. Yongalama aşamasında hammadde ve gerekli olan katkı maddeleri yongalama makinelerine konularak malzeme istenilen boyutlara gelinceye kadar parçalanır. Parçalanarak karıştırılan ve homojen bir yapı haline getirilen hammaddeler (yongalar) sıcak bir ortama alınarak sertleşmeleri için ısıl işleme tabi tutulurlar. Isıl işlem sonunda liflere ayırma aşamasına gelinir. Bu aşama liflendirme ünitesi, pişirme kazanı silosu, pişirme kazanı ve rafinörden oluşur. Liflendirme işleminde, ahşabın kimyasal olarak yaklaşık %30'unu oluşturan ligninin 170-180°C'de 7,5-8 bar basınç altında yumuşatılarak, liflerin mekanik olarak ayrılması amaçlanmaktadır. Pişirme kazanına giren yongaların en az %40-60 rutubete sahip olması beklenmektedir. Yongaların içindeki lignin, sıcaklık ve basınç etkisiyle yumuşar ve mekanik olarak liflenme gerçekleştirilir.

Yongalar 2-3 bar basınç altında sıkıştırıldıktan sonra pişirme kazanına gönderilir. Yongalara pişirme işleminin uygulanmasının nedeni sıkıştırılan yonganın aniden gevşeyerek buhar ve basınç altında şişmesini sağlamaktır. Yongalar pişirme kazanında 170-180°C sıcaklıkta 7,5-8 bar basınç altında 3-5 dakika doymuş buharla pişirildikten sonra homojen şekilde rafinöre gönderilirler. Rafinöre giren yonganın rutubetinin %100'e yakın olması liflendirme kalitesini artırmaktadır. Rafinöre giren yongaların liflendirilmesi 1-2 saniye içinde gerçekleşir. Bu aşamada elde edilen odun lifleri genellikle üre-formaldehit tutkalı ile karıştırılır. Tutkallı lifler 150°C sıcaklıkta kurutulur.

Elde edilen taslak malzeme, mekanik dökme ya da pinomatik yöntemleriyle şekillendirilir. Taslak içindeki havayı emmek için bant üzerine düşen liflere bandın altından vakum uygulanır. Bu bölümde çıkış ağzında belirli aralıklarla 45° açıyla yerleştirilmiş tırmıklar bulunur. Değişik tiplerdeki tırmıklar lifleri dağıtma görevi görürler. Bu aşamadan sonra lifler, serme bandının üzerinde bulunan serme odasına serbest düşmeyle bırakılır. Taslak, serme bandı üzerindeki çift taraflı basınç silindirleri arasından geçerken ön presleme işlemine tabii tutulur. Basınç silindirleri kasnağı sıkıştırarak yan alma işlemi sırasında lif kaybını en aza indirir ve taslağın sıcak prese kadar zarar görmeden gidebilmesini sağlar. Taslak, bandın her iki yanında yer alan daire testereler ile standart genişlikte kesilir ve levha halini alır. Bu aşamadan sonra taslak halindeki levhalar sıcak preslere yüklenir. Levhalar 165°C sıcaklık ve 35-45 kg/cm² basınç altında preslenir. Preste bekleme süresi levhanın kalınlığına göre 15-30 dakika arasındadır. Presten çıkan levhalar soğutma işleminden geçirilir. Levhaların eni ve boyu ölçülendirilir. Bu işleme 'ebatlama' denir. Ebatlama işleminin ana amacı taslak levhayı, önceden belirlenmiş standart ölçülere getirmektir. Ölçülendirilen levhalar belli bir süre bekletilerek dinlendirilir. Bu süre içerisinde levhada sertleşme veya kondisyonlama olarak ifade edilen kimyasal ve fiziksel değişimler meydana gelir. Bu işlemin amacı, çevresel etkilerle oluşan sıcaklık ve nem değerlerinin levha üzerindeki etkisinin dengelenmesidir. Levhaların her iki yüzeyi de zımpara makinesinden geçirilir. Bu işlemin amacı ise levhadaki kalınlık hatalarını gidermek ve mobilya üretiminde üst yüzey işleminden önce düzgün ve az pürüzlü bir yüzey elde etmektir. Zımparalanan levhalar düzgün bir altlık üzerinde, kuru ve gölge bir ortamda istiflenerek depolanırlar (Gürtekin ve Oğuz, 2002).

Makinede işlenmesinin kolay, stabilitesinin yüksek olması, büyük boyutlarda üretilebilmesi, her iki yüzeyinin de zımparalanmış ve mastarlanmış olması, masif malzemenin aksine herhangi bir yerinde budak, çatlak, kıymık gibi özürler görülmemesi, her noktasının aynı yoğunlukta bulunması, kullanıma hazır olması, herhangi bir hazırlık işlemi gerektirmeyişi, hemen her çeşit lake, boya, vernik gibi üst yüzey işlemlerine uygun olması, ahşap kaplama, PVC, kağıt, melamin gibi malzemelerle kaplanabilmesi, gerek iki yüzeyinden gerekse kenarlarından girecek vidaları tutabilmesi MDF'nin en önemli özellikleri arasında sayılabilir. (Ayrılmış, 1999).

MDF levhalar (kâğıt kaplı MDF levha çeşidi hariç) tek başlarına bir bitiş malzemesi değildirler. Bu nedenle levhalar üst yüzey işlemlerine tabii tutulurlar. MDF levhalara uygulanan yüzey işlemleri malzemeye kazandırdıkları üstün özellikler bakımından önem taşımaktadırlar. Bu işlemleri önemli kılan iki neden bulunmaktadır. Bunlardan ilki ürünü yüzey işlemleri sayesinde dış etkenlere karşı daha dirençli hale getirerek korumak, ikincisi ürüne estetik değer kazandırarak ürünün ekonomik ederini attırmaktır. MDF levhalarda levha direncini artırmak için, yüzeyler genellikle ahşap kaplama, desenli kâğıt veya yapay tabakalar ile kaplanmaktadır. Yüzeyin daha düzgün görünmesini sağlamak için daha ince bir kaplama ve/veya kâğıt da kullanılabilir (Eroğlu, 1994, syf.45).

MDF levhalara uygulanan üst yüzey işlemleri sıvı ve katı üst yüzey işlemleri olmak üzere iki gruba ayrılırlar. MDF'ye uygulanan sıvı üst yüzey işlemleri boya vb., katı üst yüzey işlemleri arasında ise plastik laminat kaplama, PVC (poly vinyl chloride) folyo kaplama, ahşap kaplama sayılabilir.

Sıvı üst yüzey işlemlerinden en fazla bilineni lake boya uygulamasıdır. Lake boya, ham MDF levhadan elde edilmiş ürünün astar boya ile boyanıp zımparalanarak üzerine selülozik boya atılmasıyla elde edilen ve değişik renklerde uygulanabilen bir tür boyama işlemidir. Lake boya, katı yüzey malzemelerine göre daha ucuzdur. Ancak katı yüzey işlemleri darbelere karşı sıvı yüzey işlemlerine göre daha dayanıklıdır.

Plastik laminat kaplama, yapay reçine sıvısı emdirilmiş kraft kağıtlarının ve yapay reçine plakalarının, en üstte amino plastik reçine emdirilmiş bir dekor kağıdıyla birlikte üst üste konularak yüksek sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilen levhalara denir. Plastik laminat kaplama levhalar, üretiminde kullanılan reçinenin türüne göre ikiye ayrılır; fenol-melamin reçineli plakalar ve polyester reçineli plakalar. Fenol-melamin reçineli plakalar, dört katmandan oluşur. Üst katman, plakanın en üstünde bulunan koruyucu katmandır. Bu tür levhaların üretiminde melamin reçinesi emdirilmiş aydınge kâğıdına benzer, şeffaf, saydam, overlay kâğıdı kullanılır. Bu katmanın görevi, dekor katmanını çizilme ve aşınmalara karşı korumaktır. Dolgu katmanındaki katların sayısı levha kalınlığına göre değişir. Levha kalınlığını dolgu katmanları belirler. Bu katman, fenol reçinesi emdirilmiş kraft kağıtlarından oluşur. Denkleştirme katmanı, plakanın altını oluşturan katmandır. Simetriyi sağlamak ve fenol reçineli plakaları gizlemek için bu katman, melamin emdirilmiş kraft kâğıtlarından üretilir (Gürtekin ve Oğuz, 2002). Fenol-melamin reçineli plakalar 0,9-1,5 mm kalınlığında ve 130x280 cm boyutunda levha olarak üretilir.

Polyester reçineli plakalar ise yapay reçine sıvı emdirilmiş kâğıtların üst üste konulup sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilen plakalardır. Polyester reçineli plakalar fenol-melamin reçineli plakalara göre daha incedir. Polyester reçineli plakalar 0,6-0,8 mm kalınlığında, 130 cm genişliğinde ve 50 m boyunda üretilir (Gürtekin ve Oğuz, 2002).

Plastik laminatla kaplı levhalar benzerlerine göre daha sert ve kırılğan malzemelerdir. Rutubete, alkol, benzin, benzol, tiner, ispirto, klor, etilen, eter, aseton, baz etkili sıvı, sirke, limon, sabunlu su vb. gibi inceltici ve eritici sıvı maddelere daha dayanıklıdırlar.

PVC (poly vinyl chloride) folyo kaplama, bir polimer cinsi olup, çeşitli katkı maddeleri ile harmanlandıktan sonra yüksek sıcaklıklarda şekillendirilip plastik haline getirilerek kullanılır. PVC folyolar, bir yüzü tutkallanmış MDF levhanın üzerine serilir ve 50°C ısı altında preslenerek levha yüzeyine kaplanır. PVC folyo kaplama daha çok mobilya elemanlarının kapak kaplamalarında kullanılır. Bu tür kapaklar, membran kapak olarak da adlandırılmaktadırlar. PVC folyolar farklı renk ve desen çeşitliliğine sahip oldukları için ürün çeşitliliğini sağlamak mümkündür.

Soyma, kesme ve biçme yöntemlerinden biri ile ağaç tomruklarından elde edilen ve kalınlığı 0,6–1,2 mm arasında değişen ince ağaç levhalara ‘ahşap kaplama’ denir. Ahşap kaplamalar, mobilya ve dekorasyon üretiminde en çok tercih edilen katı yüzey kaplama malzemelerden biridir. Ahşap kaplamalar, üretim yöntemlerine göre beş şekilde elde edilir. Bu yöntemler; Gürtekin ve Oğuz’un çalışmasında (2002) aşağıdaki gibi sıralanmıştır.

“Soyma kaplamalar, torna makinesine benzeyen özel soyma makineleriyle elde edilir. Dilme (Kesme) kaplamalar, özel dilme makineleri ile dilimlenerek elde edilen kaplamalardır. Teğet kesim kaplamalar, yumuşatılmış tomruğun alınının 45°’lik açı ile kesiminden elde edilir. Biçme kaplamalar, özel biçme makineleri ile elde edilen kaplamalardır. Biçme kaplamalar diğer yöntemlerle elde edilen kaplamalardan daha kalındır. Özel kaplamalar, diğer dört kaplama üretim yönteminin herhangi biri ile elde edilen kaplamaların üst üste preslenerek değişik pozisyonlarda kesilmesiyle elde edilir. Üst üste kaplamaların preste yapıştırılmasıyla elde edilen ahşap blok, düz kesildiğinde freze desen, belli açılar altında kesildiğinde ise hareli kaplamalar elde edilir.”

Yüksek yoğunlukta lif levhalar- (HDF-High Density Fiberboard)

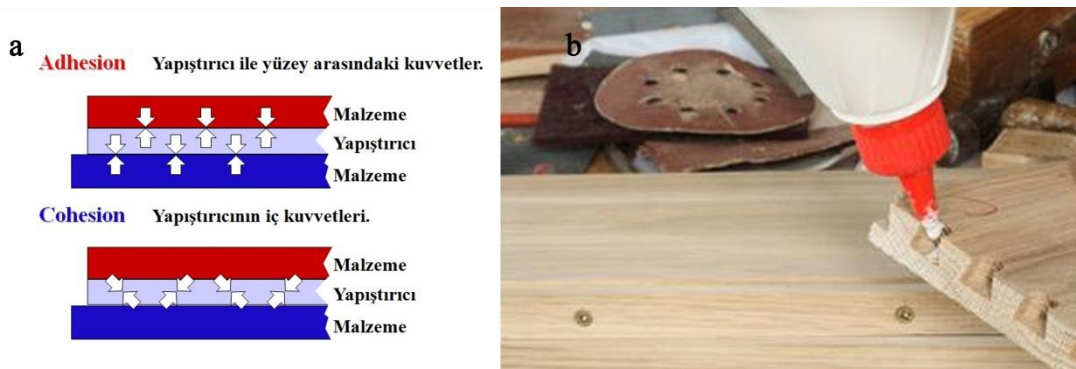
Yüksek yoğunluklu odun lifi ya da diğer bitki liflerinin, çeşitli sentetik reçine türleri kullanılarak yüksek sıcaklık ve basınç altında preslenmesi sonucunda üretilen levhalara yüksek yoğunluklu lif levhalar (HDF) denilmektedir.

Yüksek yoğunluklu lif levhalar (HDF), ortamdaki nem ve sıcaklık değişimlerinden etkilenmezler. Bunun yanında yoğun ve pürüzsüz yüzey dokuları nedeniyle özellikle iç mimari uygulamalarında, masif ahşap malzemenin kullanıldığı her yerde, ahşap malzemelere alternatif olarak tercih edilmektedirler.

Kullanım yerlerine göre yüksek yoğunluklu lif levhaların; adi sert levha, yapı içi kaplama paneli ve cephe kaplama paneli olarak başlıca üç tipi vardır. Adi sert levha beton kalıbı yapımında, yapı içi kaplama paneli duvar ve tavan kaplamalarında, cephe kaplama paneli ise yapı cephelerinde dekoratif yüzü veya boyanabilen kaplama paneli olarak kullanılır.

2.3. YAPIŞTIRICI MADDELER (TUTKALLAR)

Yapışma, nesnelere sahip oldukları aynı cins moleküllerin arasındaki çekim gücü olarak adlandırılan ‘iç direnç’ (kohezyon) ile birbirinden farklı yüzeylerin birbirine yapışma eğilimi olarak adlandırılan ‘yüzeysel tutum’ (adezyon kuvvet) bağı sayesinde gerçekleşir. İki madde yüzeyinin birbirine fazla yaklaştırılması sonucunda, maddelerin molekülleri arasında meydana gelen karşılıklı etki sayesinde moleküller arasında yüzeysel tutum (adezyon kuvvet) bağı kurulur. Pratikte bu yaklaşmayı sağlamak olanaksız olduğu için yapıştırıcı maddelere ihtiyaç duyulmaktadır (Altınok, 2001).



Şekil 2.10. Malzemede Adezyon-Kohezyon Kuvvetleri (a)
Malzemeye Yapıştırıcı Madde Uygulanması (b)

Yapıştırıcı maddeler, yapıştırılacak malzemeyi yüzeysel tutum (adezyon kuvvet) ve iç direnç (kohezyon) özellikleri ile diğerine bağlayan ve yapıştırılan maddenin yapısını önemli şekilde değiştirmeyen maddelerdir (Huş, 1977).

Bir levhanın dış etkilere karşı gösterdiği direnç ve deformasyona karşı dayanımı kohezyon kuvvetinin büyüklüğüne bağlıdır. Bu durum, levhanın moleküler içyapısı ile doğrudan ilişkilidir. Yapıştırılmalarda tutkal tabakası direncinin, kohezyonun; tutkal ile ahşap malzeme yüzeyi arasındaki bağıncine, yani adezyona eşit olması ve her ikisinin de ahşap malzeme veya yapıştırılan malzeme direncinden yüksek olması istenir (Özen, 1978, syf.1-17).

Kaya'ya göre (2004, syf.1);

“Aslında malzemelerin sınıflandırılmasında yapıştırıcı diye bir malzeme türü mevcut değildir. Yapıştırıcılar, çeşitli malzemelerin karışımından meydana gelmiş malzemeler olarak dikkate alınabilirler. Pek az madde kendi başına yapıştırıcı olarak hareket eder. Daha çok değişik özellikte olan farklı malzemelerden oluşan bir karışım sıvı veya katı halde bulunurlar.”

2.3.1. Genel Özellikleri

Kaya'ya göre (2004, syf.4);

“Yapıştırıcı ile yapıştırılmak istenen yüzey arasında kuvvetli bir bağ oluşturmak, yapışmanın performansı bakımından önemlidir. Yapışmanın sağlam olması, yapıştırıcının yapıştırılacak malzemenin yüzeyini ıslatması ve yüzeyde homojen yayılması ve yayılmayı sağlayacak akışkanlıkta olması gerekir. Bir sıvının bir yüzeyde yayılması o sıvının akışkanlığına bağlıdır ve sıvıların bu özelliği viskozite ile izah edilmektedir. Yapıştırıcının yapıştırma anında maksimum akışkanlıkta ve yayılmayı sağlayacak bir viskozitede olması gerekir.

Yüksek viskoziteli yapıştırıcılarla daha mükemmel ve sağlam yapışma elde edilmektedir. Molekül ağırlığı yüksek olan yapıştırıcıların viskozitesi ve molekülleri arasındaki çekme (kohezyon) gücü de yüksektir.”

Ahşap malzemelerin yapıştırılmasında çözelti halinde kullanılan yapıştırıcılar, uygulandıkları yüzeyin gözeneklerini viskozitesine bağlı olarak farklı derinliklerde doldurur. Böylece tutkal, malzemenin boşluklarından iç kısımda kalan boşluklarına nüfuz ederek malzemeyi ince bir tabakayla kaplar. Çözelti halindeki tutkal kuruduktan sonra malzemeye bağlanır. Bu duruma ‘mekanik adezyon’ adı verilir. Yapıştırılacak iki malzeme arasına sürülen yapıştırıcının yüzeye eşit dağılımı sağlanmaz ya da malzeme ve yapıştırıcı arasında hava boşlukları oluşup tabaka oluşumu yer yer kesintiye uğrarsa yapışma gerçekleşmez. Böyle bir olumsuz durumda kusurun yapıştırıcıda ya da yapıştırılacak malzemede olduğu söylenemez. Bu nedenle tüm yapıştırıcıların yapıştırılacak yüzeye homojen yapıda ince bir tabaka halinde sürülerek, hava boşluklarının kalmamasına dikkat ederek uygulanması gerekir. Sağlam bir yapışmanın sağlanması için doğru uygulamanın yanında yapıştırıcılardan da beklenen bazı özellikler bulunmaktadır.

Bunlar; Kaya'ya göre (2004, syf.4);

- “Doğru viskozitede olması,
- Tüm yüzeye yayılmayı sağlayacak yüzey gerilimine sahip olması,
- Yapışmanın geç ya da erken olmaması,
- Büzülmenin az olması veya hiç olmaması,
- Yapıştırılan parça ve yüzey ile kimyasal reaksiyona girmemesi,
- Yapışmanın kuvvetli olması (Aksi halde yapışan malzeme kopabilir),
- Yüzeyden sıyrılarak alınması veya yapıştırılan parçayı ayırmak gerektiğinde yüzeyde iz bırakmaması ve yüzeye zarar vermeden ayrılması,
- Atmosferik şartlara dayanıklı olması ve zamanla renginin solmaması”dır.

Yapıştırıcılar hakkında yapılan literatür çalışmasında araştırmaların çoğunlukla farklı yapıştırıcı maddelerin çeşitli malzemelere yapışma dirençleri üzerinde yoğunlaştığı görülmüştür.

Suh'un (1989, syf.24-31) üre-formaldehit (UF), polivinilasetat (PVAc) ve UF+PVAc tutkalları kullanılarak gerçekleştirdiği çalışmada meşe, karaağaç, tik ve paulownia ağaçlarından elde edilen kaplama malzemeleriyle kaplanan 3, 6 ve 9 mm kalınlığındaki yonga levha, MDF ve kontrplak panellerinin yapışma dirençleri incelenmiş; deney sonucunda en yüksek yapışma direncinin UF+PVAc tutkalları tarafından sağlandığı tespit edilmiştir.

Özciftçi, Özen ve Altınok'un (1997) gerçekleştirdiği çalışmada, farklı ağaçlardan elde edilen ahşap deney örneklerinin yapıştırılmasında poliüretan esaslı Desmodur-VTKA tutkalı kullanılmıştır. Elde edilen deney numuneleri, maruz bırakıldıkları klimatize etme, soğuk suda bekletme ve kaynatma işlemlerinden sonra çekme ve makaslama direnci deneylerine tabi tutulmuşlardır. Elde edilen sonuçlar poliüretan (Desmodur-VTKA) tutkalının kuru veya rutubetli ortamlarda yüksek performans gösterdiğini kanıtlamıştır.

Liu'nun (1997, syf.35-37) çalışmasında % 1-2 polivinil alkol (PVA) ve % 10-15 amylum katılarak zenginleştirilen üre-formaldehit tutkalının uygulandığı deney örneklerinde yapışma direncinin arttığı belirlenmiştir.

Shen'in (1997, syf.37) yapmış olduğu bir çalışmada ise üre-formaldehit tutkalının suya ve neme karşı direncini arttırmak amacıyla tutkal içeriğine polivinil alkol ve melamin eklenmiştir. Böylece tutkaldaki serbest formaldehit miktarının azaldığı, çekme direnci değerlerine göre yapışma direncinin ise arttığı belirlenmiştir.

Altınok, Döngel ve Söğütlü'nün gerçekleştirdiği çalışmada (1999, syf.193-201) sarıçam, sedir, akasya ve meşe odunlarından hazırlanan örnekler ST10, ST10+% 10 UF, ST10+% 20 UF, ST10+% 30 UF karışımlarıyla yapıştırıldıktan sonra yapışma direnci deneyi uygulanmıştır. Yapışma direnci, en yüksek standart atmosfer bekletme ortamında % 20 UF modifikasyonla yapıştırılmış meşe odununda elde edilmiştir.

Altınok, Döngel ve Söğütlü tarafından gerçekleştirilen bir başka çalışmada (2000, syf.13) yapışma direnci, en yüksek %10 UF modifikasyonu ile yapıştırılmış meşe odununda, en düşük modifikasyonuz VB20 tutkalı ile yapıştırılmış akasya odunundan elde edilmiştir.

Özalp, Atılğan, Esen ve Kaya tarafından gerçekleştirilen çalışmada (2009), oküme, kavak ve kayın kaplamaları kullanılarak oluşturulmuş kontrplaklarda tutkal türünün eğilme direncine etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan Poliüretan (PU), Epoxy, Polivinilasetat (PVA) ve D3 tutkallarının performansları belirlenmiş ve yapılan çalışmanın sonucunda tutkal türlerinin eğilme mukavemetine etki değerleri birbirine yakın sonuçlar vermiştir. Tutkalların eğilme direncine etki değerleri PVA < Epoxy < D3 < PU şeklinde gerçekleşmiştir.

Atar (2006), melamin reçineli kağıtla kaplanmış yonga levhanın çeşitli malzeme ve tutkallarla yüz yüze yapışma direnci üzerine bir çalışma yapmış ve sonuç olarak tutkal bazında yapışma direnci en yüksek poliüretan (pt) tutkalında bulunmuştur.

Yapılan araştırmalardan da anlaşılacağı üzere doğru tutkalın doğru malzeme ile birlikte kullanılması yapışma performansını arttıran önemli bir etkidir. Bunun dışında yapışma performansını arttıran diğer etkenler; sıcaklık, basınç, yapışma süresi, reaksiyonu hızlandırarak yapışmayı kolaylaştıracak katalist ve pişirme ajanları, çeşitli çözücüler, ortamdaki nem ve su etkisi, ultraviyole ışınları ve yüzey özellikleridir. Bu alanda Rowell (1995), Mahlberg ve diğ. (1998, syf. 283-297) ile Winfield ve diğ. (2001, syf. 107-114) gerçekleştirdiği çalışmalarda özellikle ağaç malzemenin tutkallar ile yapıştırılmasında adezyonun; yüzeyin ıslanabilme yeteneği, penetrasyon, reaksiyon, polimerizasyon, porozite, pH, rutubet derecesi, ekstraktif maddeler, kimyasal etkileşimler, serbest yüzey enerjisi, yüzey alanı ve yapıştırıcı ile temas edecek odun yüzeyi (radyal, teğet, ve boyuna kesit) gibi birçok faktöre bağlı olduğu belirtilmiştir. Pürüzlerinden arındırılmış yüzeylerin birleştirilmesinde malzemelere 0,7 N/mm² basınç uygulandığında, yapışma direncinin en yüksek değere ulaştığı tespit edilmiştir (Anonim, 1989).

2.3.2. Sınıflandırılması

Yapıştırıcıların üretiminde kullanılan maddelerin çok fazla sayıda ve çeşitli olması farklı özelliklere sahip yapıştırıcıların oluşturulmasını sağlarken, yapıştırıcıların

sınıflandırılmasını da zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yapıştırıcı maddeleri farklı özelliklerine bağlı olarak çeşitli şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Bu sınıflandırmalar genel olarak malzemenin fiziksel durumuna göre ya da içyapısına göre yapılmaktadır.

Fiziksel durumuna göre yapıştırıcılar; sıvı halde, macun halinde, film halinde, toz halinde, granül halinde ya da katı halde bulunabilirler (Kaya, 2004). Yapıştırıcılar içyapılarına göre ise doğal ve sentetik (yapay) olarak iki çeşittir. Orman ürünleri sektöründe kullanılan sentetik yapıştırıcılar duroplastlar, termoplastlar ve elastomerler olarak üçe ayrılırlar (Gerengi ve diğ., 2012).

Bunun dışında içeriğindeki polimer maddelere göre tutkallar; nişasta, balık yağı, çam sakızı gibi doğal maddelerden, ısıtıldığında sıvı hale geçen soğutulduğunda tekrar katılaştıran termoplastik yapıştırıcılardan, ısıtıldığında kimyasal reaksiyona girerek çözünmeyen bir yapıya sahip olan termosetler, sentetik kauçuklar ve polisülfitlerden üretilmiş kimyasal yapıştırıcılardan elastomerler, fenol bazlı ve epoksi reçinelerinden meydana gelen karışımların oluşturduğu polimerler olarak sınıflandırılabilir.

TS 5430 EN 204 (Yapısal olmayan uygulamalar için termoplastik ahşap yapıştırıcıların sınıflandırılması) standardına göre ise tutkallar suya dayanıklılık düzeylerine göre D1, D2, D3, D4 sınıflarına ayrılırlar. D1 sınıfı tutkallar, sıcaklığın sadece zaman zaman kısa süre için 50°C'yi geçtiği ve ahşabın rutubet muhtevasının en fazla %15 olduğu dahili mekanlarda tercih edilmektedir. D2 sınıfı tutkallar, ahşabın rutubet muhtevasının %18'i geçmemek kaydıyla zaman zaman kısa bir süre için akan veya yoğunlaşan suya ve/veya zaman zaman yüksek rutubete maruz kaldığı dahili mekanlarda tercih edilmektedir. D3 sınıfı tutkallar kısa bir süre ile sık sık akan veya yoğunlaşan suya ve/veya sık sık rutubete maruz kalınan dahili mekanlarda tercih edilmektedir. D4 sınıfı tutkallar uzun süre akan veya yoğunlaşan suya maruz kalan dahili mekanlar ve dış mekanlarda uygun bir yüzey kaplamasıyla birlikte kullanımı tercih edilir.

Tutkalları, kullanıldıkları yerlere göre sınıflandırmakta mümkündür. Buna göre tutkalları; tekstil yapıştırıcıları, ağaç işleri yapıştırıcıları, metaller için yapıştırıcılar, deri, kağıt, cam, seramik vb. için yapıştırıcılar şeklinde de sıralamak mümkündür (Kaya, 2004).

Ağaç işlerinde kullanılan tutkallar, doğal ve sentetik olmak üzere ikiye ayrılırlar. Günümüzde ağaç işlerinde kullanılan sentetik tutkallar, termosetler arasında yer alan üre formaldehit, fenol formaldehit, melamin formaldehit, resorsinol formaldehit, epoksit reçine, PVA (plastik tutkal) ve poliüretan yapıştırıcılarıdır. Termoset yapıştırıcılar, bir katalizör veya ısı yardımıyla kimyasal bir değişime uğrayarak belirli bir sürede katı, erimeyen ve çözünmez bir duruma gelirler. Bir defa sertleştikten sonra da reaksiyonun geri dönüşü olmamaktadır. Bu nedenle lif levha üretiminde tercih edilmektedirler.

Akbulut'a göre (1999);

“Ahşap esaslı levha endüstrisinde yaygın olarak üre-formaldehit tutkalı kullanılmaktadır. Fenol-formaldehit, melamin-formaldehit ve izosiyanat tutkalları ise özel durumlarda kullanılabilir.”

Üre formaldehit (UF) tutkalı, üre ile formaldehitin yapay reçinesinin reaksiyonu sonucu elde edilen termoset tutkaldır. Hem kuru hem de sıvı halde elde edilebilmektedir. Tutkalı oluşturan üre ve formaldehitin karışım oranları değiştirilmek suretiyle farklı özellikte tutkallar elde etmek mümkündür. Üre formaldehit tutkalı ucuzluğu nedeniyle, özellikle kaplamalı işler, ahşap işler, pres kapı, yonga levha ve kontrplak üretimi olmak üzere, ağaç işlerinde en çok kullanılan yapıştırıcıdan biridir (Gürtekin ve diğ., 2002).

Fenol formaldehit (FF) tutkalı, sentetik polimer sınıflarının en eski olanlarıdır. Fenol formaldehitin (FF) temel bileşenleri, fenol ve formaldehittir. Fenol ham petrolden elde edilir. 120 °C sıcaklığın üzerinde kürlenir ve rutubete dayanıklı yapıştırma sağlar. Bu tutkallar yüksek mukavemet, ahşap malzemeye iyi nüfuz edebilme ve üstün yapıştırma özelliklerinden dolayı laminasyon ve kompozitlerde kullanılmaktadır (Frihart, 2005, syf.250-251).

Gerengi ve diğ., (2012, syf.155-161) yaptıkları çalışmada;

“Fenol formaldehit sıvı halde % 47'lik katı madde ihtiva etmektedir. Tutkal bu halde iken lamine ağaç malzemede veya tabakalı ağaç malzeme üretiminde kullanılmaktadır. Fenol formaldehit kondenzasyonu asidik veya alkali ortamda olmaktadır. Kondenzasyon suda çözülebilir durumda iken nötralize edilir” demişlerdir.

Fenol formaldehit, yüksek moleküler ağırlığı nedeniyle dış hava şartlarına, birçok asit çeşidine, çeşitli asit mantar ve bakterilere, yağ ve asit çözücülerine karşı dayanıklıdır. Sert iklim koşullarına karşı dayanıklılık gerektiğinde, dış çevre şartlarına uzun vadede maruz kalacak malzemelerde fenol formaldehit tutkalının kullanılması tercih edilmektedir.

Bozkurt ve Göker'e (1985, syf.263) göre;

“Fenol formaldehit reçine tutkalının derine nüfuz etme ve odun çeperini şişirme özelliğinden dolayı, sertleştiğinden oldukça mükemmel dayanımlı boyutsal bir stabilize sağlanır.”

Melamin formaldehit reçinelerinin üretimi de üre formaldehit reçinelerine benzemektedir. Kondenzasyon olayı üre formaldehit reçinesinde olduğu gibidir. Melamin (1,3,5-triamino-2,4,6-triazine) ve formaldehitten oluşan önemli amino reçinelerindedir. Pahalı bir tutkal olduğu için genellikle üre formaldehit (UF) tutkalına ilave edilerek kullanılır.

Melamin formaldehit, üre formaldehit ile fenol formaldehit arasında bir performans verir. Dekoratif laminantlarda, tutkallarda, kaplamalarda ve diğer ürünlerde kullanılan sert ve katı bir polimerik maddedir. Düşük yanıcılık özelliği vardır (Kaya, 2004). Melamin reçinesi maliyeti pahalı olduğu için üre formaldehit kadar kullanılmaz. Ancak melamin reçinesine üre katılıp ucuzlatabilir. Melamin reçinesi daha çok kat ve tabakalar halinde yapıştırılan ve kaynatmaya karşı dayanıklılık isteyen ağaç malzemenin yapıştırılmasında kullanılır (Güler ve diğ., 2001, syf.99-108). Bu nedenle çoğunlukla tabakalı ahşap kompozit malzeme üretiminde ve yüzeylerin kaplanmasında tercih edilir.

Resorsin-formaldehit tutkalı, tekstil ve seramik malzemelerin yapıştırılmasında ve yüksek frekanslı yapıştırmalar için uygundur. Resorsin formaldehit sıvı halde olup kırmızımsı erguvani renktedir. % 50–60 katı madde ihtiva eden tutkal, sıvı halde piyasada bulunur. 20 °C sıcaklıkta 9–12 ay depolanabilir. Resorsin reçinesi +20 °C' de, 3–6 saatlik bir süre içerisinde sertleşir ve yapışma özelliğini kazanır (Güler, 2001). Resorsin, fenole kıyasla iki kat daha aktiftir. Bu nedenle formaldehite karşı çok düşük sıcaklıklarda dahi reaksiyon gösterir. Böylece malzemeye zarar vermeden soğuk yapışma mümkün olur. Bu özelliği ile resorsin-formaldehit tutkalı, fenol formaldehit tutkalından üstündür (Kalaycıoğlu, 1991).

Epoksi tutkalı, kimyasal tepkimeli bir tutkaldır. Kimyasal tepkime sonucu sert ve geri dönüşü olmayan bir reçine meydana gelmektedir. Tepkime sırasında tutkaldan herhangi bir madde ayrılmaz, buharlaşma olmaz (Gürtekin ve diğ., 2002). Epoksi reçinesinin özellikleri arasında; yapıştırıldığı nesnenin molekülleri ile tutkalın molekülleri arasında yüksek bağlanma gücü, aşınmaya karşı dayanıklılık, asitlere, çözücülere ve rutubete karşı yüksek dayanıklılık gibi özellikler sıralanabilir (Kaya, 2004, syf. 71). Epoksi, metallere, seramiğe, camlara ve ahşap ürünlere kolayca yapışabilir. Ancak ahşap işlerinde kullanımı pahalı bulunan bir tutkaldır.

PVA (polivinil asetat) tutkalı, asit karakterli bir tür yapay reçinedir. Oda sıcaklığında kürlenmiş renksiz bir tutkaldır. Ağaç işlerinde sıklıkla kullanılan PVA tutkalı, piyasada formika tutkalı, beyaz tutkal, plastik tutkal gibi isimlerle de anılır (Gürtekin ve diğ., 2002).

Poliüretan tutkalı, poliizosiyanat ile poliöl' ün birleşiminden oluşur. Poliüretanın elde edilmesinde kullanılan poliollerin iki önemli özelliği vardır. Bunlar; molekül ağırlığı ile fonksiyonel gruplardır. Molekül ağırlığı fazla, fonksiyonallitesi düşük olan poliöl yumuşak bir poliüretan verirken, molekül ağırlığı düşük, fonksiyonallitesi büyük olan poliöl ise sert bir poliüretan meydana getirir (Kaya, 2004).

“Kohezyon ve adezyon kuvvetleri çok güçlüdür. Asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı bir tutkaldır. Oda sıcaklığında (20°C) sertleşme süresi 60 dakikadır. Tutkal, reaksiyonunu tamamladığında, hacminin yaklaşık yirmi katı oranında genişmekte ve tutkal katında çekme olmamaktadır. Sıcaklık artışı, sertleşme süresini kısaltmaktadır. 60 °C'nin üstündeki sıcaklıklarda preslemenin yapılmaması tavsiye edilmemektedir. Çünkü bu sıcaklığın üzerine çıktığında ortama insan sağlığına zararlı gazlar salgılamaktadır. Havanın nemi ile sertleşir. Su geçirmez, 150-200 gr/m² (yüzeyin pürüzlü veya pürüzsüz olmasına bağlı olarak) su kontrplağı ve benzeri ahşap malzemeleri birbirine veya ahşabı metale, taşa, betona, bazı sentetik maddelere vb. birçok maddeye mükemmel yapıştırır” (Özalp ve diğ., 2009, syf. 101).

2.4. KOMPOZİT MALZEME

Genel olarak kompozit malzemeler, farklı özelliklere sahip iki ya da daha fazla sayıda malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan birden çok katmana sahip yeni malzeme olarak tanımlanmaktadır. Ortaya çıkan yeni malzemenin meydana geldiği malzemelerden farklı olarak yeni ve gelişmiş özelliklere sahip olması beklenmektedir. Bir başka ifadeyle kompozit malzeme;

“İki ya da daha fazla sayıdaki, aynı veya farklı gruptaki malzemelerin en iyi özelliklerini, yeni ve tek bir malzemede toplamak amacıyla, makro-düzeyde birleştirilmesiyle oluşturulan malzemeler olarak adlandırılırlar” (Şahin, 2006, syf. 27).

Her kompozitte en az iki tip madde bulunmaktadır. Kompozit malzemeler matris (bağlayıcı) ve takviye (core) bileşenlerinden oluşur. Takviye edici fazı oluşturan kısım lifler, parçacıklar ya da tabakalardan oluşabilir. Betonarme yapılar, takviyeli çelik kompozit malzemedir. Bunun dışında kompozitler doğal malzemeler kullanılarak da oluşturulabilir. Örneğin selüloz lifleri ile güçlendirilmiş ahşap malzeme kalsiyum ve fosfat iyonlarından oluşan kemik tozu içerir.

2.4.1. Genel Özellikleri

Kompozit malzemeler, çıplak gözle incelendiğinde içyapılarına ait bileşenlerinin seçilip ayırt edilmesi mümkün olan, mikroskobik düzeyde heterojen bir yapı gösterirken, makroskobik açıdan homojen malzemelerdir.

Bina yapımında kullanılan kerpiç malzemenin, çamur ve saman saplarının birleşiminden oluşturulan ilk kompozit malzemelerden olduğu düşünülürse kompozit kavramının oldukça eski çağlara uzandığı söylenebilir.

Günümüzde kullanılan modern kompozit malzemeler; otomotiv, uzay, havacılık gibi endüstrilerden, inşaat endüstrisi, mobilya üretimi ve bina içi-dışı mekanlarına kadar geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Kompozit malzemelerin sağladığı avantajlar arasında; yüksek mukavemet, hafiflik, tasarım esnekliği, boyutsal stabilite, elektriksel direnç, korozyon dayanımı, kalıplama kolaylığı, beton, demir ve ahşap yüzeylere uygulama imkanı, yanmazlık özelliği, tamir edilebilme özelliği sayılabilir.

Ersoy' a göre (2001, syf.12-13), kompozit malzeme üretiminde aşağıda sıralanan özelliklerden bir veya birkaçının geliştirilmesi amaçlanmaktadır. “Bu özellikler,

- Mekanik dayanım, basınç, çekme, eğilme, çarpma dayanımı,
- Yorulma dayanımı, aşınma direnci,
- Korozyon direnci,
- Kırılma tokluğu,
- Yüksek sıcaklığa dayanıklılık,
- Isı iletkenliği veya ısı direnç,
- Elektrik iletkenliği veya elektriksel direnç,

- Akustik iletkenlik, ses tutuculuğu veya ses yutuculuğu,
- Rijitlik,
- Ağırlık,
- Görünüm ve benzeri” şeklinde sıralanabilir.

Kompozit malzemeler genel anlamda çekirdek diye tabir edilen donatı fazı, bir başka deyişle takviye elemanı ile çekirdeği saran matris (ing. Matrix) olarak kabul edilen, çekirdeğe yük ve gerilimin transferini sağlayan sürekli bir fazdan oluşmaktadır.

2.4.2. Sınıflandırılması

Genel yapıları itibariyle kompozit malzemeler pek çok malzemenin birleşiminden oluşturuldukları için gruplandırılmada net sınırlar oluşturmak mümkün olmamaktadır. Bununla birlikte kompozitlerin, üretilen malzemenin özelliklerine, yapıdaki malzemelerin formuna göre genel olarak elyafı, parçacıklı, tabakalı ve karma kompozitler şeklinde sınıflandırılması mümkündür (Jones, 1999)

Modern kompozit malzemeler genel olarak üç gruba ayrılmaktadır, bunlar (Şahin, 2006, syf.33);

- “Elyaf takviyeli kompozit malzemeler,
- Parçacık takviyeli kompozit malzemeler,
- Tabakalı kompozit malzemeler” dir.

Kompozit malzemeler, kullanılan matris malzemesinin cinsine göre ise beş ana sınıfa ayrılmaktadır. Bunlar polimer matris, metal matris, seramik matris, karbon/karbon ve nano kompozit malzemelerdir.

Bunun dışında kompozit malzemeler, kullanılan takviye elemanına göre beş sınıfa ayrılabilir. Bunlar; partikül takviyeli, elyaf (lif) takviyeli, levhasal, tabakalı, karma (hibrit) kompozit malzemelerdir.

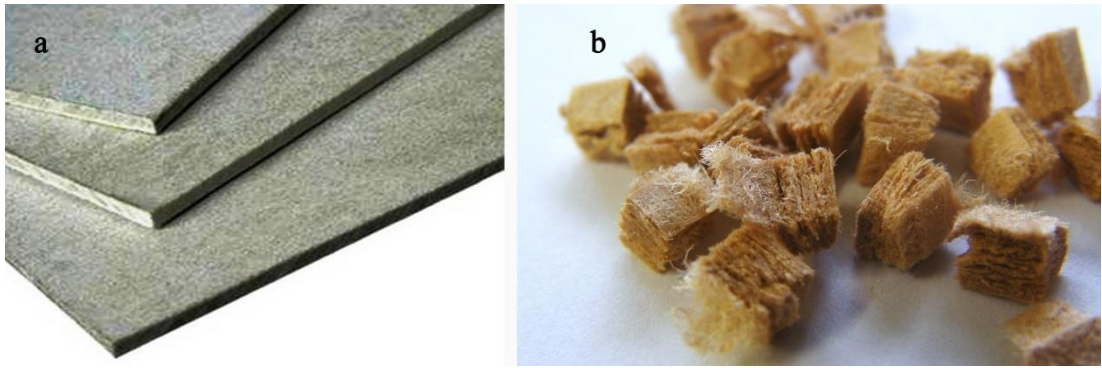
2.4.2.1. Lif Takviyeli Kompozitler

Liflerle takviyeli kompozitler, basınç dayanımı gösterebilen yumuşak ve sünek bir matris malzemenin içine, bu malzemenin çekme, eğilme, çarpma, yorulma vb. dayanım özelliklerini geliştirici nitelikte liflerle donatılmak üzere geliştirilmiş malzemelerdir.

Liflerin matris içindeki yerleşimi, kompozitin mukavemetini etkileyen önemli bir unsurdur. Lifler matris içerisinde; tek yönlü, kesikli, parçacık şekilli, ortogonal ve

rastgele düzlemsel yönlendirilmiş lifler şeklinde olabilir (Şahin, 2006). Uzun liflerin matris içinde birbirlerine paralel şekilde (tek yönlü) yerleştirilmeleri ile lifler doğrultusunda yüksek mukavemet sağlanırken, liflere dik doğrultuda oldukça düşük mukavemet elde edilir. Bu durumun giderilmesi ise matris içinde liflerin, lif yönüne paralel ve dik doğrultularda olmak üzere değişik açılarda yerleştirilmesi ile mümkün olabilir. Liflerin sağlamlığı kompozit yapının mukavemeti açısından çok önemlidir. Ayrıca, liflerin uzunluk/çap oranları arttıkça matris tarafından liflere iletilen yük miktarı da artmaktadır. Elyaf yapının hatasız olması da mukavemet açısından çok önemlidir.

Aynı kompozit yapıda iki ya da daha fazla lif çeşidinin bulunması mümkündür. Bu tür kompozitlere hibrid (karma) kompozitler denir. Bu alan, yeni nesil kompozitlerin geliştirilmesi için oldukça uygundur.



Şekil 2.11. Lif Takviyeli Çimento Levha Örneği (a)
Cam Yünü Takviyeli Ahşap Esaslı Levha Örneği (b)

Yapıcı ve Şahin'in çalışmasında (2003, syf.519) fiber takviyeli tabakalı termoplastik kompozit levhaların tek yönde çekmeye maruz kalması durumunda delik çapına bağlı olarak delik-kenar arasında oluşan gerilmeleri incelemişlerdir. Yazıcı ve Ülkü ise (2003) iki boyutlu cam elyafi takviyeli polyester matrisli kompozit plakalarda çekme hızının kompozit mukavemeti üzerine etkilerini araştırmışlar ve çekme hızı arttıkça kompozit mukavemetinde düşme olduğunu tespit etmişlerdir.

Şen (2006, syf.249-254) ise açılı oryantasyona sahip, simetrik ve anti simetrik, çelik fiberle takviye edilmiş, tabakalı ve ortasında dairesel delik bulunan termoplastik kompozit plakalarda, uniform sıcaklık etkisiyle meydana gelen ısıl gerilmeleri hesaplamıştır.

Bu tür kompozitlerin çoğunlukla ince liflerin matris yapıda yer alması ile oluşturulduğu söylenebilir. Tek tabaka kompozit olarak adlandırılan bu tür kompozitler, uzun liflerin matris içinde birbirlerine paralel şekilde yerleştirilmesiyle lif doğrultusunda yüksek mukavemet sağlamaktadırlar. Farklı yönlerde doğru yerleştirilmiş liflerin birbirlerine ters olacak şekilde tabakalanması, her iki yönde de mukavemetin güçlendirilmesini sağlar. Bu nedenle lif takviyeli kompozit levhaların uygulama yönü mukavemetin sağlanması bakımından önemlidir.

2.4.2.2. Parçacık Takviyeli Kompozitler

Parçacık takviyeli kompozitler, matris malzeme içinde milimetre ve üzerindeki boyutlarda tanelerin yer aldığı malzemelerdir (Ersoy, 2001). Matris içinde yer alan parçacıkların homojen dağılımına göre yapının mukavemeti etkilenir.

Yapının mukavemeti aynı zamanda parçacıkların sertliğine de bağlıdır. Parçacık takviyeli kompozitlere örnek olarak beton malzeme verilebilir. Bir diğer örnek, plastik matris içinde yer alan metal parçacıklardan oluşmuş kompozit malzemelerdir. Bu tür kompozitlerde metal parçacıklar ısı ve elektriksel iletkenlik sağlar. Metal matris içinde seramik parçacıklar içeren yapıların, sertlikleri ve yüksek sıcaklık dayanımları yüksektir. Bu tarz kompozitler de daha çok uçak motoru parçalarının üretiminde tercih edilmektedir.

Parçacık takviyeli kompozitlerde, matris malzeme genelde yardımcı yük taşıyıcı görevinde bulunurken, dağınık fazı oluşturan taneler ise malzemenin şekil değiştirmesini önlerler (Ersoy, 2001).

2.4.2.3. Tabakalı (Yapısal) Kompozitler

Tabakalı (yapısal) kompozit yapı, en eski ve en yaygın kullanım alanına sahip olan kompozit türüdür. Bu türden kompozitler, taneli ve liflerle donatılı kompozitlerin yapısından farklıdır. Tabakalı (yapısal) kompozitler, matris içindeki levha şekilli takviye elemanlarından oluşan sürekli faz ile bu tabakaları bir arada tutan bağlayıcı fazdan meydana gelir (Ersoy, 2001). Levhalar; cam, mika, ahşap, metal vb. gibi takviye elemanlarından oluşabilir. Burada amaç, birbirini olumlu yönde etkileyecek; dayanımın, ısı direncin, ısı, su, ses yalıtımı vb. özelliklerin elde edilmesi gibi değişik

amaçlar taşıyan yeni bir malzeme kompozisyonunun oluşturulması için en az iki tabakanın bir bağlayıcı ile birleştirilmesidir.

“Yapısal uygulamalarda kullanılan çoğu kompozitler çok katlıdır. .. Her kattaki kompoziti oluşturan elemanlar aynı ise bunlar izotropik basitçe laminet olarak adlandırılır. Birçok katlı kompoziti oluşturan malzemeler farklı malzemelerden oluşuyorsa bunlar ortotropik veya karma ve melez laminetler olarak adlandırılır” (Şahin, 2006, syf. 40)

Farklı lif yönlerine sahip tabakaların birleşimi ile çok yüksek mukavemet değerlerine ulaşılabilir. Bu tür kompozitlere örnek olarak kontrplaklar verilebilir. Metal malzemelere göre hafif olmasına rağmen yüksek eğilme mukavemetine sahip olmaları nedeniyle tercih edilmektedirler.

Tabakalı (yapısal) kompozitler, uzay ve havacılık endüstrisinden (özellikle uçak kanat ve kuyruk grubunda), inşaat sektörüne kadar geniş bir kullanıma sahiptirler. Ayrıca, yaygın kullanım alanına sahip sandviç yapılar da tabakalı kompozit malzemelere bir başka örnek olarak verilebilir. Sandviç yapılar, tabakalı (yapısal) kompozitlerden farklı olarak, yük taşımaya gerek olmayan, sadece izolasyon özelliğine sahip olan düşük yoğunluklu bir çekirdek malzemenin alt ve üst yüzeylerine mukavemetli levhaların yapıştırılması ile elde edilirler.

Tüm bu kompozit türlerinin dışında aynı kompozit yapıda iki ya da daha fazla lif çeşidinin bir arada olduğu kompozit türleri de vardır. Bu tür kompozit yapılar ‘hibrid kompozitler’ denir. Bu tür kompozitler genellikle karma yapıda oldukları için hibrid olarak nitelendirilmektedirler.

2.4.3. Mantar Takviyeli Kompozit Malzemeler

Günümüzde mantar malzemeler sağladıkları olanaklar ile yenilikçi olarak kabul edilmektedirler. Bu nedenle doğal mantar ve mantar kompozitlerinden oluşan araştırma alanı mimarlar, tasarımcılar ve mühendisler tarafından ilgi çekici olarak nitelendirilmektedir. Mekanik özellikler bakımından doğal mantar, ahşap esaslı malzemelere göre daha iyi performansa sahip olduğu için mantara olan ilgi artmıştır.

Rosa ve Fortes’in (1989, syf. 27-34) yapmış olduğu çalışmada doğal mantar malzemenin hücre duvarları basınç altında %5’e kadar bükülmeye dayanıklılık gösterirken, ezilme ve kopmaya %60-%80’e kadar dayanım gösterdiği tespit

edilmiştir. Bu davranış, doğal mantarın üç ana yönünde aynıdır. Bu nedenle doğal mantardan oluşturulan tabakalı kompozitlerin ezilme ve kopmalarda yüksek dirence sahip olduğu söylenebilir.

Bunun dışında doğal mantar üzerinde uygulanan gerilme testlerinde malzemenin çevre sıcaklığından etkilendiği de görülmüştür. Bu nedenle konu hakkında yapılan araştırmada (Rosa ve Fortes, 1991, syf. 341-348), malzemeye uygulanan gerilme testlerinin çevre sıcaklığına bağlı olarak, teğet yöne oranla radyal yönde %60'a kadar daha yüksek direnç gösterdiği görülmüştür.

Mantar takviyeli lif levhalar, matris ve bağlayıcı malzemelerine göre çeşitli başlıklar altında incelenebilirler. Bunlar;

- Mantar-masif ahşap/ahşap lifi kompozitleri,
- Mantar-plastik kompozitleri,
- Mantar-çimento kompozitleri olarak sıralanabilir.

Mantar-Masif Ahşap/Ahşap Lifi Kompozitleri: Mantar tabanlı kontrplak sandviç kompozitleri olarak adlandırılan mantar tabanlı aglomerelerden oluşan; yüksek performanslı, hafif ve düşük bakım gerektiren sandviç bileşenli malzemeler, üstün özellikli takviye (core) malzeme olarak kabul edilmektedir. Mantarın doğal bir malzeme olması nedeniyle çevresel etkilerinin minimum olması bu malzemelerden faydalanılarak oluşturulan sandviç kompozitleri benzerlerine göre üstün kılmaktadır. Bu nedenle, mantar temelli malzemeler gibi geleneksel olmayan malzemelerin performans, ekonomi ve çevresel açıdan üstün özelliklerinden yararlanmanın ancak hibrid sandviç panellerle sağlanabileceği öne sürülmüştür (Kim, 2011). Mantar malzeme darbe yükleri nedeniyle oluşan hasarı en aza indirme konusunda iyi performans sağlayan özelliklere sahiptir (Nunes, 2009).

Yapılan çalışmalarda mantar temelli plastik kompozit malzemelerin de sandviç kompozit olarak kullanımının araştırıldığı görülmektedir. Mantar malzemenin özellikle cam elyafı ile karşılaştırıldığında ekonomik faydasının daha üstün olduğu buna karşın, neden olduğu çevresel zararlı etkinin daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda mantar temelli plastik sandviç kompozit malzemelerin ahşap tabanlı ya da çekirdek malzemesi bir başka plastikten elde edilen malzemelerle rekabet edebilir durumda olduğu belirlenmiştir (Kim, 2011).

Karbon fiber sentetik köpükten oluşan sandviç kompozitleri genellikle kötü akustik performansa sahiptirler. Bu özelliğin iyileştirilmesi için geliştirilen doğal mantar ve karbon lif katmanlı sandviç kompozitler arasındaki ilişkiyi inceleyen bir araştırma yapılmıştır. Buna göre doğal mantar/karbon lif katmanlı sandviç kompozitlerin mekanik performans ve hafifliklerinden ödün vermeden dayanıklılık ve akustik özellikler bakımından %250 iyileşme gösterdiği tespit edilmiştir (Sargianis ve diğ., 2012, syf.403). Kesilerek yapılan deneysel testler ve üç noktalı eğilme testleri mantar kompozitlerinin bazı özelliklerinin geliştirilebileceğini göstermiştir. Bir başka çalışmada, mantar çekirdek ve mantar yüzey levhaları ile mantar çekirdek ve kontrplak yüzey levhalarından oluşan iki farklı tür mantar katmanlı sandviç kompozit üzerinde mekanik özelliklerin sınanmasına yönelik olarak bir deney yapılmıştır. Deney sonucunda elde edilen veriler standart sunta ve standart kontrplak levhalarla karşılaştırılmıştır.

Sonuçta mantar tabakalı kontrplak levhanın çok daha düşük bir yoğunluğa sahip olmasına rağmen daha üstün özellikler gösterdiği tespit edilmiştir. Böylece standart kontrplak levhalarla karşılaştırıldığında mantar katmanlı levhanın daha hafif ve üretim maliyeti bakımından daha az masraflı olduğu belirlenmiştir (Kral, 2014) Bunların dışında termoplastik reçine çekirdek ve mantar tozundan oluşan bir kompozit sandviç panel geliştirilmiştir (Min, 2014).

Mantar-Plastik Kompozitleri: Mantar-plastik kompozitlerin imalatında kullanılan plastik bileşimlerde matris (bağlayıcı) malzeme ve/veya takviye malzeme olarak odunsu-selüloz tipi malzemelerin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Mantar, yeni bir polimer matrisi (bağlayıcısı) ile birleştirildiğinde yeni bir uygulama alanı ortaya çıkmaktadır. Yüksek yoğunluklu polietilen ve polipropilen mantar bazlı kompozit malzemelerin üretilmesi için eriyik bazlı teknolojiler ile mantar bir araya getirilmiştir.

Mantar-Çimento Kompozitleri: Mantar kompozitleri için henüz yeni bir araştırma alanı olan mantar-çimento kompozitleri, genel olarak şapa mantar eklenmesi ile elde edilir. Yüksek seviyede termal ve akustik performans sağlayabilen mantar ve çimento kompozitleri, Panesar ve Shindman'ın gerçekleştirdiği çalışmada, çeşitli beton harçları, kum ve taş yerine kullanılan mantarın etkisini incelemişlerdir. Çalışmayla mantar parçacıklarının boyutu, mantarın nem doygunluğu ve mantar

yüzdesinin malzemenin fiziksel ve mekanik etkisi tespit edilmiştir (Panesar ve Shindman, 2012, syf.982–992). Bir başka çalışmada, mantar granülleri ve beton harcı birleşimi incelenmiştir (De-Carvalho ve Teixeira-Dias, 2013, syf.748–755)

3. DENEY MALZEMESİ VE ANALİZ YÖNTEMLERİ

Bu bölüm, araştırmaya konu olan kompozit levha taslağının tabakalarını oluşturan mantar aglomere ve lif levhanın özelliklerini, levhaların birbirine bağlanmasında kullanılan yapıştırıcı maddeyi, levha taslağının üretim aşamalarını ve elde edilen tabakalı kompozite uygulanan standart test yöntemlerini kapsamaktadır.

3.1. DENEY MALZEMELERİ HAKKINDA BİLGİ

3.1.1. Mantar Aglomere

Deneye tabi olacak tabakalı levha taslağının üretiminde kullanılan mantar aglomere, Türkiye'nin tek mantar üretici firması olarak faaliyet gösteren Duplas A.Ş.' den temin edilmiştir.

Ducork Marka RLU ürün kodlu mantar aglomere, 28 x 1.25 m ebatlarında, 6 mm kalınlığında rulo halinde üretilmiştir. Mantar aglomere ISO 9001: 2008, ISO 14001:2004, OHSAS 18001 kalite belgelerine sahiptir (Duplas A. Ş., 2015). Malzemeye ait teknik özellikler çizelge 3.1 de belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. Mantar malzemenin teknik özellikleri (Duplas A.Ş., 2015)

GENEL ÖZELLİKLERİ			
Bağlayıcı	Poliüretan		
Renk	Natural		
Granül Boyutu	2-5 mm		
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ			
TEST METODU	ÖZELLİK	BİRİM	DEĞER
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13170	Yoğunluk	Kg/m ³	180 (+/-%10)
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13171	Isıl İletkenlik	W/m ⁰ K	0,044
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13172	Kalıcı Deformasyon	%	7
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13173	Çekme Mukavameti	kgf/cm ²	3,12
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13174	Sıkıştırma	kgf/cm ²	1,7
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13175	Toparlanma	%	88
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13176	Sertlik	-	30/50
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13177	100 C ⁰ HCL	-	parçalanma görülmedi
TS-6091(ISO 3869)/TS ISO 13178	Eskime Dayanıklılığı	-	parçalanma görülmedi
TS EN 11925 - 2 / TS EN 13501-1	Yanabilirlik	-	B2 (E1)

3.1.2. Orta Yoğunluklu Lif Levha (MDF)

Deneye tabi olacak tabakalı levha taslağının üretiminde 210 x 280 cm boyutlarında, 3 mm kalınlığında Kastamonu Entegre marka ham MDF levhalar kullanılmıştır. Levhalar İstanbul'daki işletmelerden tesadüfi metotla temin edilmiştir.

3.1.3. Kullanılan Tutkal ve Özelliği

Ahşap ve ahşap esaslı malzemelerle kullanılan tutkallar üzerine yapılan literatür çalışmaları sonucunda; kohezyon ve adezyon kuvvetleri güçlü, asitlere, yağlara, kaynar suya ve mikroorganizmalara karşı dayanıklı poliüretan esaslı tutkal kullanımı tercih edilmiştir. Mantar aglomere ve mdf katmanlarından oluşturulan tabakalı levhada, katmanların birbirine bağlanmasında yapıştırıcı olarak Mad Wolf marka Poliüretan esaslı ahşap tutkalı kullanılmıştır. Tutkal, DIN EN 204 standardına göre tek bileşenli olarak ve D4 sınıfına hizmet verecek şekilde pazarlanmaktadır.

Üretici firmanın verdiği bilgiye göre tutkal, düşük viskoziteye sahip, neme, kimyasallara ve suya dayanıklı, düşük ve yüksek sıcaklıklarda mukavemetini kaybetmeyen niteliktedir. Tutkal, ahşap malzemelerin birbirlerine ve metal, beton, polistiren köpük ve diğer birçok plastik malzemeye yapıştırılmasında, mobilya, tekne imalatında ve suya dayanıma ihtiyaç duyulan yapıştırma işlerinde kullanılmaktadır.

Tutkalın üretici firma tarafından önerilen kullanımı; yapıştırılacak ürünlerin uygun şekilde temizlenmiş yüzeylerinden birine veya her ikisine, orijinal ambalajından doğrudan doğruya tutkalın sürülmesi ve 10 dakika içerisinde yüzeylerin bir araya getirilerek 15-20 dakika süreyle preslenerek yapıştırılma işleminin tamamlanması şeklindedir (Akpınar Yapı Malzemeleri Ltd. Şti., 2015).

3.2. TABAKALI LEVHA TASLAĞININ ÜRETİMİ

Tabakalı kompozitler, oluşumunda kullanılan malzemeler bakımından; farklı malzemelerle oluşturulmuş veya aynı malzemedен meydana getirilmiş olarak iki grupta toplanabilir. Farklı malzemelerle meydana getirilecek tabakalı kompozitlerin üretiminde temel ilke, özellikleri birbirinden farklı ancak bir araya geldiğinde birbirini destekler nitelikte daha üstün yeni bir malzeme ortaya çıkartmaktır (Ersoy, 2001).

Bu genel ilke doğrultusunda çalışmanın amacını oluşturan ahşap esaslı levhalara alternatif yeni tabakalı levha kompozisyonu; yüksek mukavemet özelliklerine sahip orta yoğunluklu lif levha tabakaları ile başta esneklik ve direnç özelliklerinin yanında hafiflik, yalıtkanlık, sıvılarda düşük geçirgenlik, doğal haliyle yangına dayanım gibi üstün özellikler barındıran düşük yoğunluklu mantar aglomere katmanlarının bir arada kullanılmasıyla gerçekleştirilmiştir.

“Farklı malzemelerin kullanıldığı tabakalı kompozitlerde, malzemenin kullanım yeri ve biçimine göre, ilke olarak en az bir taşıyıcı tabaka bulunmaktadır. Bu tabakanın dışında, temel işlevi olan bir diğer tabaka, yüzey tabakası veya tabakalarıdır. Bu yüzey tabakaları, özellikle malzemenin açıkta kullanıldığı, başka herhangi bir malzemeyle kaplanmadığı durumlarda kullanım amacına uygun olarak yapılmaktadırlar” (Ersoy, 2001, syf.177).

Buna göre; orta yoğunluklu lif levha (MDF), sert ve düzgün yüzey özellikleri ile yüksek mukavemetli yapısı gereği oluşturulan yeni tabakalı levha taslağının kurgusunda yüzey tabakası olarak değerlendirilmiştir.

Mantar malzeme ise boşluklu, esnek ve düşük yoğunluklu yapısı gereği yüzey tabakası görevi görememektedir. Bu sebeple levha taslağının kompozisyonunda kalınlığın, ısı iletkenliğinin, ağırlığın ve benzer özelliklerin belirleyicisi görevinde dolgu malzemesi olarak düşünülmüştür.

Oluşturulan yeni levha taslağı, ahşap endüstrisinde yaygın olarak kullanılan yapay ahşap levhalara alternatif olarak değerlendirilmiş ve bu sebeple malzemenin kalınlık değeri piyasada levha kalınlık değeri olarak sıklıkla tercih edilen 18-20 mm aralığında kurgulanmıştır. Buna göre levhayı meydana getirecek katmanlarda kullanılan malzemelerin kalınlıkları lif levha için 3 mm (piyasada bulunabilen en düşük levha kalınlığı), mantar aglomere için 6 mm olarak düşünülmüştür.

Levha, dış yüzeylerde ve çekirdekte md f tabakaları ile bu yüzeyler arasına dolgu görevi üstlenecek mantar aglomere katmanları yerleştirilerek beş katmandan meydana gelecek şekilde düzenlenmiştir. Üç tabakalı düzen, çekirdekte boşluklu ve düşük yoğunluklu mantar aglomerinin vida vb. bağlantı elemanlarını tutma kabiliyeti açısından yetersiz olabileceği düşünülerek tercih edilmemiştir.

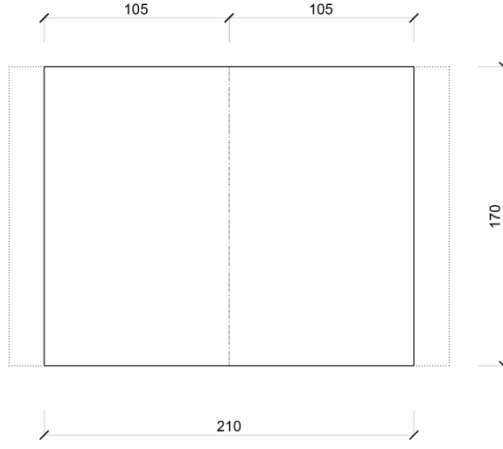
Tüm bu değerlendirmeler sonucunda aşağıdaki şekilde gösterildiği üzere (şekil 3.1); dış yüzeylerde ve merkezde her biri 3 mm. kalınlığında toplam üç adet MDF levha ile bu yüzeyler arasında dolgu görevi yapacak her biri 6 mm. kalınlığında toplam iki adet mantar aglomere katmanları kullanılmıştır. Böylece 20 mm kalınlık elde edilmiş ve levha kompozisyonu tamamlanmıştır.



Şekil 3.1. Orta Yoğunluklu Lif Levha ve Mantar Aglomere Tabakalarıyla Oluşturulmuş Kompozit Levha Kompozisyonu

Deneye tabi tutulacak levha taslağı, Türk Standartları Enstitüsünün Ahşap Esaslı Levhalar için belirlediği TS EN 326-1 “Ahşap esaslı levhalar- Numune alma, kesme ve muayene bölüm 1: Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi” başlıklı standardın esaslarını karşılayacak adet ve boyutta üretilmiştir. Buna göre, levha taslağının üretiminde kullanılacak lif levha adedi ve rulo mantar aglomerinin boyutunu belirlemek üzere AutoCAD 2014 bilgisayar destekli çizim programı ile kesim şablonu oluşturulmuş ve deneye tabi tutulacak levhalar bu şablona göre boyutlandırılmıştır (Şekil 3.2).

FİZİKSEL, KİMYASAL, MEKANİK ve TERMİK DENEYLER İÇİN LEVHA KESİM ŞABLONU

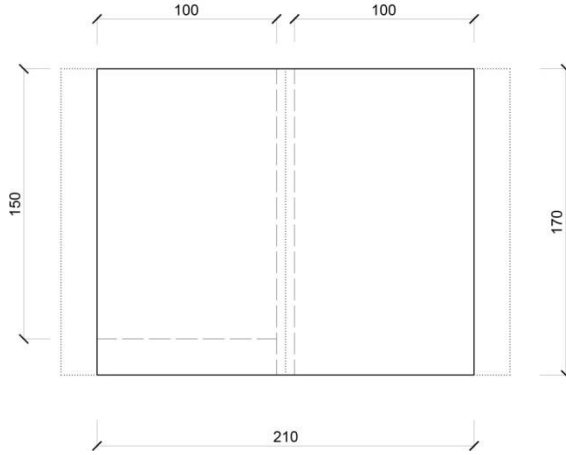


- 1 adet levha taslağı;
- 3 adet mdf 170x210 3mm
- 4 adet 125x170 6mm mantar levhadan oluşmaktadır.

Bu levhadan toplam 1 adet gerekmektedir.

- kesim hattı
- mantar levha

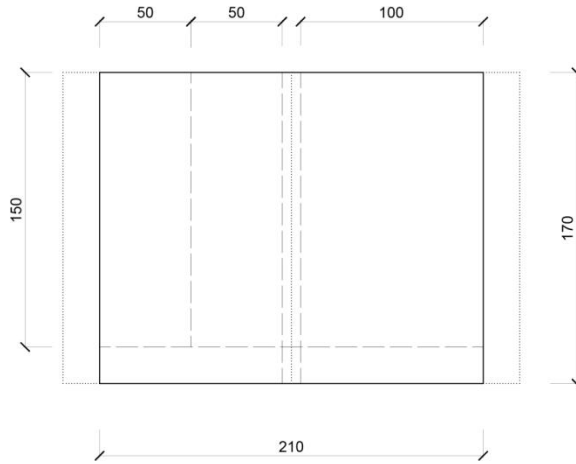
YANGIN DENEYİ LEVHA KESİM ŞABLONU



- 1 adet levha taslağı;
- 3 adet mdf 170x210 3mm
- 4 adet 125x170 6mm mantar levhadan oluşmaktadır.

Bu levhadan toplam 1 adet gerekmektedir.

- kesim hattı
- mantar levha



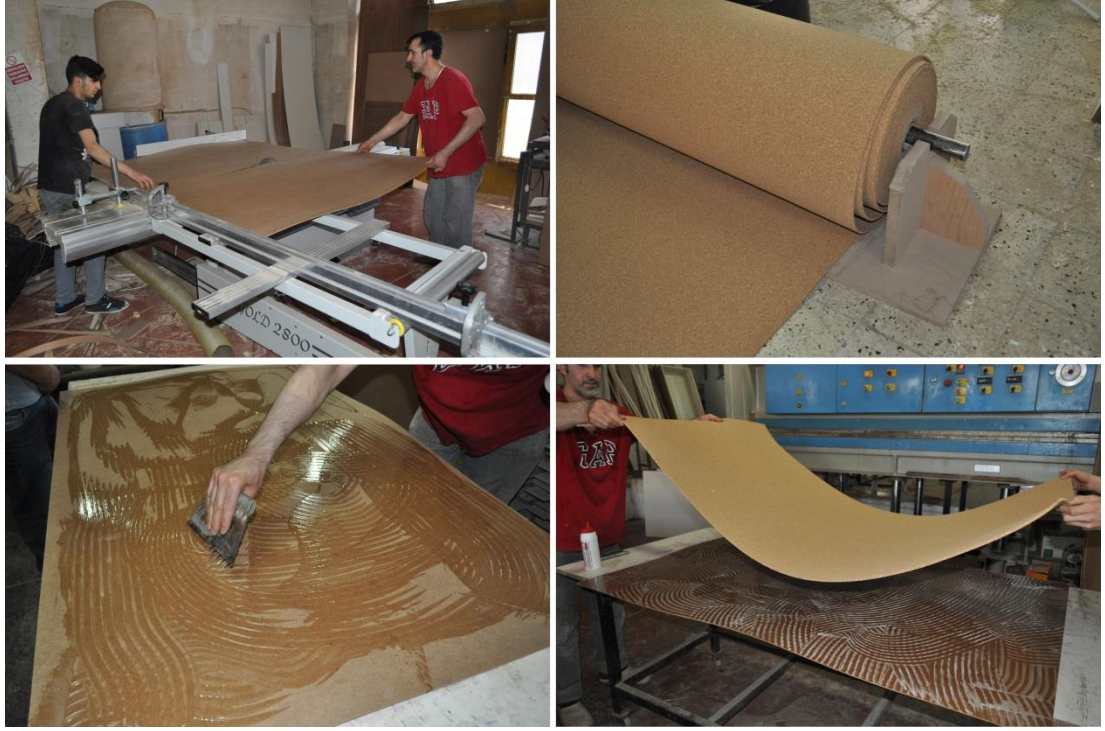
- 1 adet levha taslağı;
- 3 adet mdf 170x210 3mm
- 4 adet 125x170 6mm mantar levhadan oluşmaktadır.

Bu levhadan toplam 1 adet gerekmektedir.

- kesim hattı
- mantar levha

Şekil 3.2. Levha Taslağı Kesim Şablonu

Kesim şablonuna göre boyutlandırılan mantar aglomere ve lif levhalara, taraklı ıspatula yardımıyla poliüretan tutkalı, uygulama yüzeyi üzerinde boşluk kalmamasına dikkat edilerek homojen şekilde uygulanmıştır. Tutkal sürülen levhalar doğru tabaka kompozisyonunu oluşturacak şekilde üst üste hizalanarak prese hazır hale getirilmiştir (şekil 3.3).



Şekil 3.3. Tabakalı Levha Taslağının Hazırlanışı

Prese hazır hale getirilen tabakalı levha taslağı, Kocayusuf Marka Piton serisi KP1 model çift katlı sıcak pres makinesinde ortalama 60 °C sıcaklık ve 150 bar basınç altında 15 dakika süreyle preslenmiştir (şekil 3.4).

Presten çıkarılan levha taslağı belli bir süre çevresel etkilerle oluşan atmosferik şartların levha üzerindeki etkisinin dengelenmesi için dinlendirilmiştir. Kenarları gönyelenerek standart ölçülere getirilen levha taslağının üretimi tamamlanmıştır (şekil 3.5).



Şekil 3.4. Pres Aşaması



Şekil 3.5. Pres Sonrası Gönyelenerek Üretimi Tamamlanmış Levha Taslağı

3.3. TABAKALI LEVHA TASLAĞINA UYGULANAN TESTLER

Üretimi tamamlanan levhalar, Türk Standartları Enstitüsü Gebze Kampüsü ve İzmir EX Laboratuvarında fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özelliklerinin tayini için bir dizi teste tabi tutulmuştur. Numunelere uygulanacak testler, TS EN 622-5 ve TS EN 312 standartlarında belirtilen ahşap esaslı levhalar için aranan gereklere göre belirlenmiştir. Levhalara uygulanan deneyler, ilgili deney standartları ve deneylerin gerçekleştirildiği laboratuvarlar çizelge 3.2 de belirtilmiştir.

Çizelge 3.2. Levha taslağına uygulanan testler

ÖZ.	STANDARD ADI	NO	LABORATUVAR
FİZİKSEL	Birim Hacim Ağırlığı	TS EN 323	Yapı Malz.Lab. Gebze
	Rutubet Miktarı Tayini	TS EN 322	Yapı Malz.Lab. Gebze
	24 Saat Süre ile Kalınlığına Şişme	TS EN 317	Yapı Malz.Lab. Gebze
MEKANİK	Eğilme Mukavemeti	TS EN 310	Yapı Malz.Lab. Gebze
	Eğilmede Elastikiyet Modülü	TS EN 310	Yapı Malz.Lab. Gebze
	Dik Çekme (iç yapışma kalitesi)	TS EN 319	Yapı Malz.Lab. Gebze
	Vida Tutma Direnci	TS EN 320	Yapı Malz.Lab. Gebze
TERMİK	Isı İletkenliği	TS EN 12664	Yapı Malz.Lab. Gebze
KİMYASAL	Formaldehit Salınımı	TS EN 717-2	Yapı Malz.Lab. Gebze
	Yangına Mukavemet	TS EN 13823	İzmir Ex Lab.

Deneylere tabi tutulacak levhaların, TS EN 326-1 nolu “Ahşap esaslı levhalar-Numune alma kesme ve muayene bölüm 1:Deney numunelerinin seçimi, kesimi ve deney sonuçlarının gösterilmesi” başlıklı standartta tarif edildiği şekilde deney numunelerinin alınması için kesim planları hazırlanmıştır. Kesim planları hazırlanan levhalar, ilgili test yönteminin standardında belirtildiği adette deney numunesinin elde edilmesi için CNC ebatlama makinesinde kesim işlemine tabi tutulmuştur. Elde edilen numuneler, ilgili standartların tarif ettiği deneylerin hazırlıkları yapılmak üzere gruplandırılmıştır.



Şekil 3.6. Levha taslağından deney numunelerinin alınması

Birim hacim ağırlığı, 24 saat süre ile kalınlığına şişme, Eğilme mukavemeti ve eğilmeye elastikiyet modülü, dik çekme, vida tutuma direnci deneylerine tabi tutulacak numuneler, % 65 (± 5) nispi rutubet ve 20 (± 2) °C sıcaklık şartlarında değişmez kütleye ulaşmaya kadar Binder marka KMF 720 model iklimlendirme kabineye yerleştirilmiştir (şekil 3.7).



Şekil 3.7. İklimlendirme kabini

Rutubet miktarının tayini ve formaldehit salınımı deneyleri için numuneler, 0.01 gr hassasiyetli terazide tartıldıktan sonra, Memmert marka kurutma fırınına 103 (± 2) °C sıcaklıkta değişmez kütleye ulaşmaya kadar kurutulmak üzere yerleştirilmiştir (şekil 3.8).



Şekil 3.8. Hassas terazide ölçüm işlemleri ve kurutma fırını

Formaldehit salınımının tayini için numunelerin kenarları alüminyum folyo bant ile yalıtıldıktan sonra, Timber Test marka GA5000 model Gaz Analiz Cihazına yerleştirilmiştir (şekil 3.9).

Yangına Mukavemet Deneyi için levha taslağı, deney düzeneğine uyacak şekilde (100 x 150 cm ve 50 x 150 cm) boyutlandırılmış ve köşe oluşturacak şekilde düzeneğe monte edilmiştir. Hazırlanan deney düzeneği yanma odasına yerleştirilerek deneyin gerçekleştirilmesine hazır hale getirilmiştir (şekil 3.10).



Şekil 3.9. Folyo bant ile yalıtılmış numunelerin gaz analiz cihazına yerleştirilmesi



Şekil 3.10. TSE İzmir EX Lab. Yangına mukavemet deney düzeneği ve test cihazları

3.3.1. Fiziksel Özelliklerin Tayini

3.3.1.1. Birim Hacim Ağırlığı

Deney TS EN 323 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 6 adet 50 x 50 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

% 65 (±5) nispi rutubet ve 20 (±2) °C sıcaklık şartlarında değişmez kütleye ulaşan numuneler kondisyonlama odasından alındıktan sonra, 0.01 gr hassasiyette ölçüm yapan terazide tartılmıştır. Tartı işleminden sonra deney parçalarının boyutları 0.01 mm hassasiyetli kumpasla ölçülmüştür. Her bir deney parçası için elde edilen değerler aşağıdaki formülle hesaplanmış, birim hacim ağırlığı “p” kg/m³ olarak ifade edilmiştir.

$$p = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6 \quad (3.1)$$

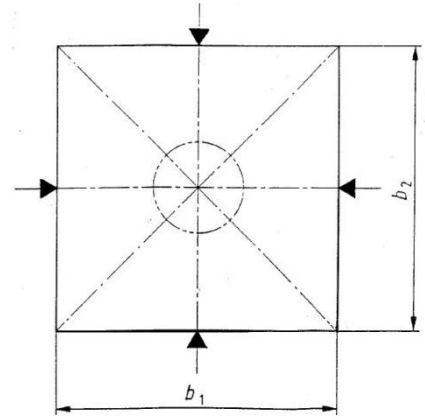
Burada;

m: Deney parçasının kütlesi (g)

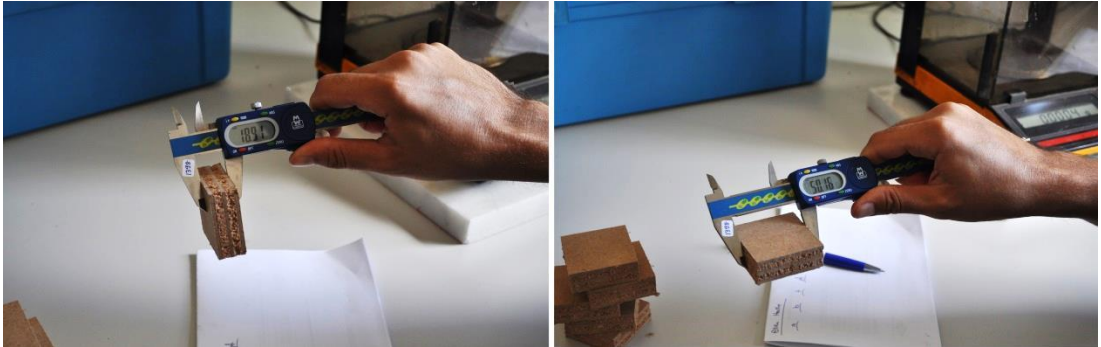
b₁: Deney parçasının eni (mm)

b₂: Deney parçasının boyu (mm)

t: Deney parçasının kalınlığı (mm)



Şekil 3.11. Numune ölçme noktaları (TS EN 323, 1999, syf.6)



Şekil 3.12. Birim hacim ağırlığı tayini ölçüm işlemleri

3.3.1.2. Rutubet Miktarı

Deney TS EN 322 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 4 adet 50 x 50 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

Kurutma fırınında değişmez kütleye ulaşıncaya kadar kurutulan numuneler fırından çıkartıldıktan sonra desikatörde soğutulmuş ve 0.01 gram hassasiyetle ölçüm yapan terazide tartılmıştır. Her bir deney parçası için elde edilen değerler aşağıdaki formülle hesaplanmış, rutubet miktarı “H” %0,1 yaklaşımla ifade edilmiştir.

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} \times 100 \quad (3.2)$$

Burada;

m_H : Deney parçasının numunenin alınması sırasındaki kütlesi (g)

m_0 : Deney parçasının kurutmadan sonraki kütlesi (g)



Şekil 3.13. Desikatörde soğutulan numuneler

3.3.1.3. 24 Saat Süre ile Kalınlığına Şişme

Deney TS EN 317 (1999) No' lu Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 8 adet 50 x 50 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

Kondisyonlama odasında değişmez kütleye ulaşan numuneler, köşegenlerin kesişme noktasından 0.01 mm hassasiyetle ölçüm yapan Kalitest marka KT-SCT model dijital komparatör cihazında kalınlıkları ölçüldükten sonra, PH değeri 7 ± 1 ve sıcaklığı 20 ± 1 °C olan su içerisine su yüzeyinden 25 mm aşağıda olacak şekilde daldırılmıştır. Daldırma süresi tamamlandıktan sonra sudan çıkarılan numunelerin kalınlığı komparatör cihazında ölçülmüştür. Her bir deney parçası için elde edilen değerler aşağıdaki formülle hesaplanmış, kalınlığına şişme “ G_t ” yüzde olarak ifade edilmiştir.

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

Burada;

t_1 : Deneş parçasının suya daldırmadan önceki kalınlığı (mm)

t_2 : Deneş parçasının suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı (mm)

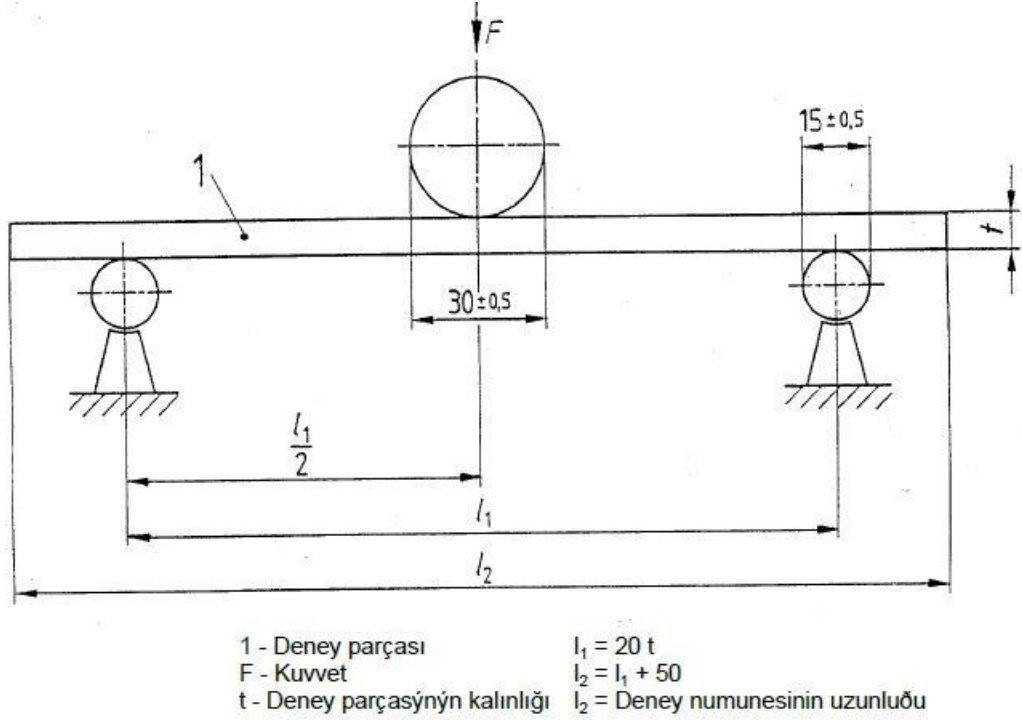


Şekil 3.14. Komparatörle kalınlık tespiti yapılmış numunelerin suya daldırma öncesi ve daldırma sonrası görüntüleri

3.3.2. Mekanik Özelliklerin Tayini

3.3.2.1. Eğilme Mukavemeti

Deneş TS EN 310 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneşde levha taslağından enine ve boyuna kesilmiş iki grup deneş seti olmak üzere toplam 12 adet 50 x 450 mm. boyutlarında numune kullanılmıştır. Numunelerin boyutu standardın belirttiğı şekil 3.15' e göre belirlenmiştir.



Şekil 3.15. Eğilme mukavemeti testi deney düzeneği (TS EN 310, 1999, syf.5)

Kondisyonlama odasında değişmez kütleye ulaşan numuneler, bilgisayar kontrollü Zwick / Roell marka Z100 model universal test cihazında 3 nokta eğme testine tabi tutulmuştur. Her bir deney parçası için eğilme dayanımı “fm” aşağıdaki eşitliğe göre N/mm^2 biriminde bilgisayar kontrollü olarak hesaplanmıştır.

$$f_m = \frac{3 F_{max} l_1}{2bt^2} \quad (3.4)$$

Burada;

F_{max} : En büyük kuvvet (Newton)

l_1 , b ve t : Şekil 3.15 de açıklanan levha boyutları (mm)

3.3.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Deney TS EN 310 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde levha taslağından enine ve boyuna kesilmiş iki grup deney seti olmak üzere toplam 12 adet 50 x 450 mm boyutlarında numune kullanılmıştır. Deney düzeneği şekil 3.15 de gösterildiği gibidir.

Kondisyonlama odasında değişmez kütleye ulaşan numuneler, bilgisayar kontrollü Zwick / Roell marka Z100 model universal test cihazında 3 nokta eğme testine tabi tutulmuştur. Her bir deney parçası için elastikiyet modülü “Em” aşağıdaki eşitliğe göre N/mm² biriminde bilgisayar kontrollü olarak hesaplanmıştır.

$$Em = \frac{l_1^3 F_2 - F_1}{4bt^3(a_2 - a_1)} \quad (3.5)$$

Burada;

l_1 : Dayanak (destek) lerin eksenleri arasındaki uzaklık (mm)

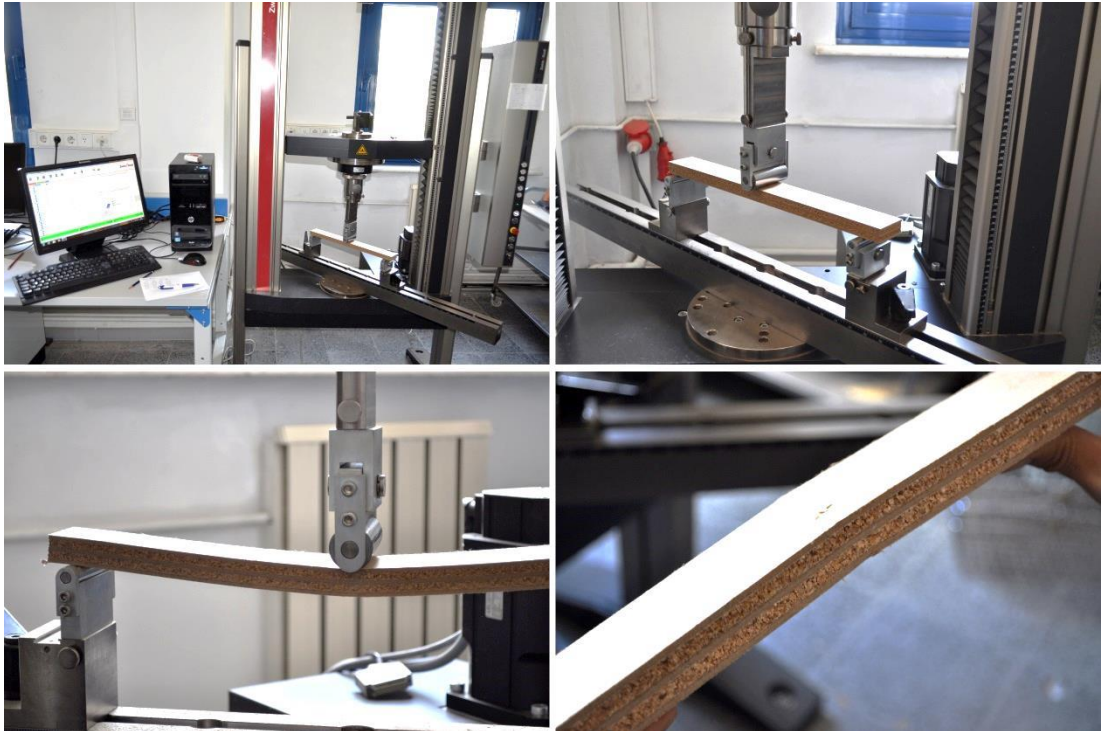
b : Deney parçasının genişliği (mm)

t : Deney parçasının kalınlığı (mm)

$F_2 - F_1$ = Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı (Newton)

F_1 = Yaklaşım olarak, en büyük kuvvetin %10' u, F_2 maksimum yükün %40' ı olmalıdır

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



Şekil 3.16. Eğilme mukavemeti ve eğilmeye elastikiyet modülü testi

3.3.2.3. Dik Çekme (İç Yapışma Kalitesi)

Deney TS EN 319 (1999) No' lu Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 8 adet 50 x 50 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

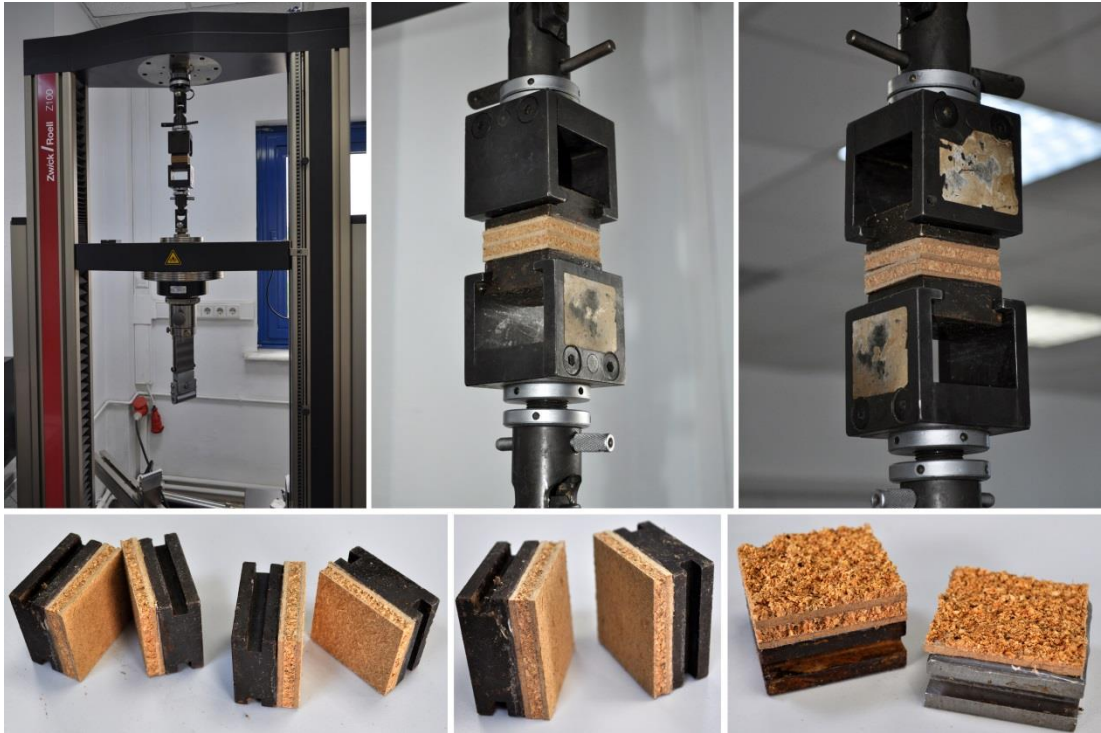
Kondisyonlama odasında değişmez kütleye ulaşan numuneler, sıcak silikon yapıştırıcı kullanılmak suretiyle yükleme bloklarına yapıştırılmıştır. Zwick / Roell Marka Z100 model universal test cihazında dik çekme çenelerine yerleştirilen yükleme blokları arasındaki numuneye kuvvet uygulanmıştır. Her bir deney parçası için levha yüzeyine dik yöndeki çekme dayanımı “ f_{t1} ” aşağıdaki eşitliğe göre N/mm^2 biriminde bilgisayar kontrollü olarak hesaplanmıştır.

$$f_{t1} = \frac{F_{max}}{a \times b} \quad (3.6)$$

Burada;

F_{max} : Kopma yükü (Newton)

a, b: Deney parçasının uzunluk ve genişliği (mm)

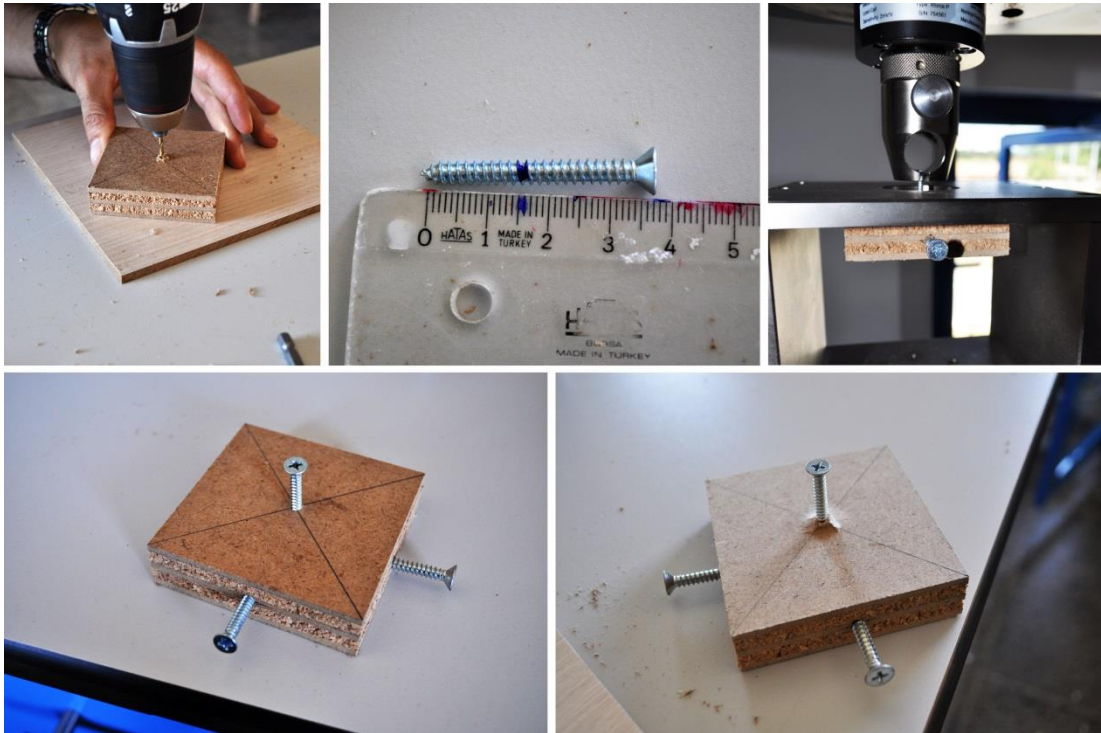


Şekil 3.17. Dik çekme testi deney düzeneği ve numunelerin kopma anı ve sonrası görüntüleri

3.3.2.4. Vida Tutma Direnci

Deney TS EN 320 (1999) No' lu Lif levhalar-Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 5 adet 75 x 75 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

Kondisyonlama odasında değişmez kütleye ulaşan numunelere standardın öngördüğü şekilde yüzeye ve komşu iki kenara dik şekilde $2,7 \pm 0,1$ mm çapında ve 19 ± 1 mm derinliğinde kılavuz (pilot) delikleri açılmıştır. Açılan kılavuz deliklerine anma boyu 4.2 mm x 38 mm, ISO 1478' e göre başlık numarası ST 4.2, vida diş açıklığı (vida adımı) 1.4 mm olan çelik vidalar, $15 \pm 0,5$ mm' lik kısmı gömülecek şekilde yerleştirilmiştir. Zwick / Roell Marka Z100 model universal test cihazında metal bağlama tertibatı içerisine yerleştirilen numuneye 10 mm/dk hızında kuvvet uygulanmış ve numunenin vida tutma kabiliyeti vidanın çıkma anındaki maksimum kuvvetin (Newton) her bir numune için kaydedilmesi ile bulunmuştur.



Şekil 3.18. Vida tutma kabiliyetinin testi için numunelere açılan kılavuz delikleri, kullanılan vida, test öncesi ve sonrası numune görüntüleri

3.3.3. Termik Özelliklerin Tayini

3.3.3.1. Isı İletkenlik Katsayısı

Deney TS EN 12664 (2001) No' lu Yapı malzemeleri ve mamulleri – Isıl direncin, korumalı tablalı ısıtıcı ve ısı akı ölçerin kullanıldığı metotlarla tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deneyde 2 adet 500 x 500 x 19.5 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

Numuneler, ısıl iletkenliğin belirlenebilmesi için bilgisayar kontrollü Taurus marka TLP 500 HT model korumalı tablalı ısıl iletkenlik ölçüm cihazına yerleştirilerek teste tabi tutulmuştur. Isıl iletkenlik katsayısı “ λ ” aşağıdaki eşitliğe göre W/(m.K) biriminde bilgisayar kontrollü olarak hesaplanmıştır.

$$\lambda = \frac{\phi d}{A(T_1 - T_2)} \quad (3.7)$$

Burada;

Φ : Isıtma biriminin ölçme bölümüne sağlanan ortalama güç,

T_1 : Deney parçasının / deney parçalarının sıcak tarafının ortalama sıcaklığı

T_2 : Deney parçasının / deney parçalarının soğuk tarafının ortalama sıcaklığı

A: Ölçme alanı

d: deney parçasının / deney parçalarının ortalama kalınlığı

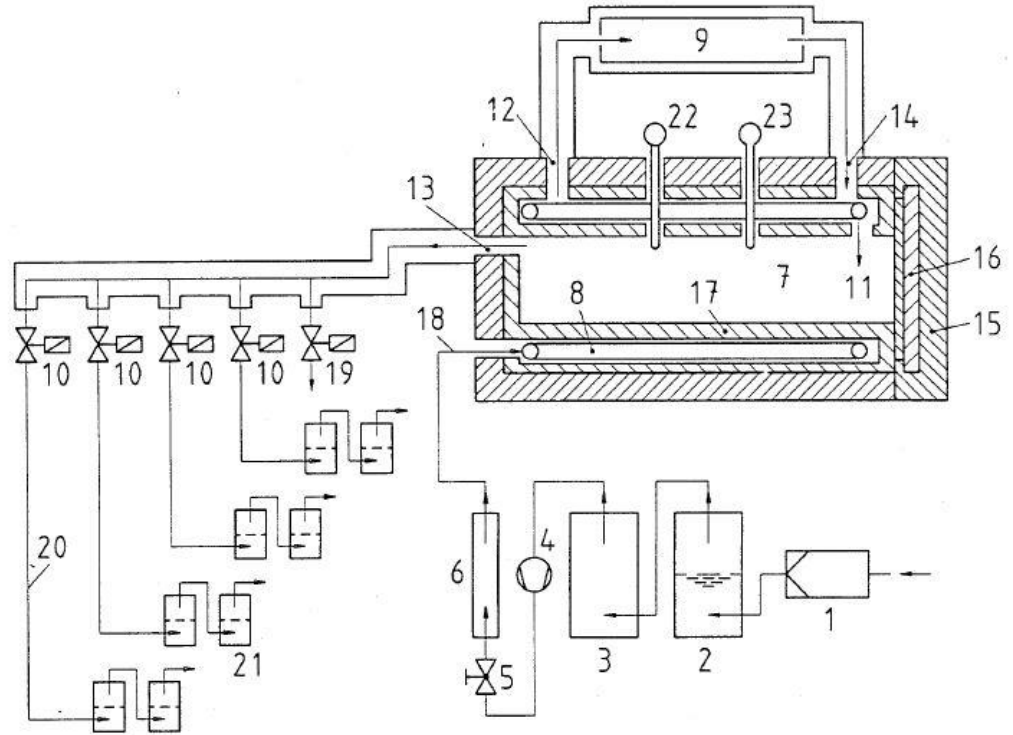


Şekil 3.19. Korumalı tablalı ısıl iletkenlik ölçüm cihazı ve deney düzeneği

3.3.4. Kimyasal Özelliklerin Tayini

3.3.4.1. Formaldehit Salınımı

Deney TS EN 717-2 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Formaldehit ayrışması tayini – Bölüm 2: Gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması başlıklı standartta belirtilen esaslara göre gerçekleştirilmiştir. Deney düzeneği şekil 3.20 de belirtilmiştir. Deneyde formaldehit ayrışması tayini için 2 adet 400 x 50 mm ve rutubet miktarının tayini için 6 adet 25 x 25 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.



- 1 - Hava filtresi
- 2 - Gaz yıkama şişesi
- 3 - Desikatör
- 4 - Hava pompası
- 5 - İğneli valf
- 6 - Hava akımı ölçme aleti
- 7 - Deney odası
- 8 - Termik bobin (ısıtma)
- 9 - Termostat
- 10 - Manyetolu valf
- 11 - Hava girişi (deney odası)
- 12 - Ortalama ısı (çıkış)

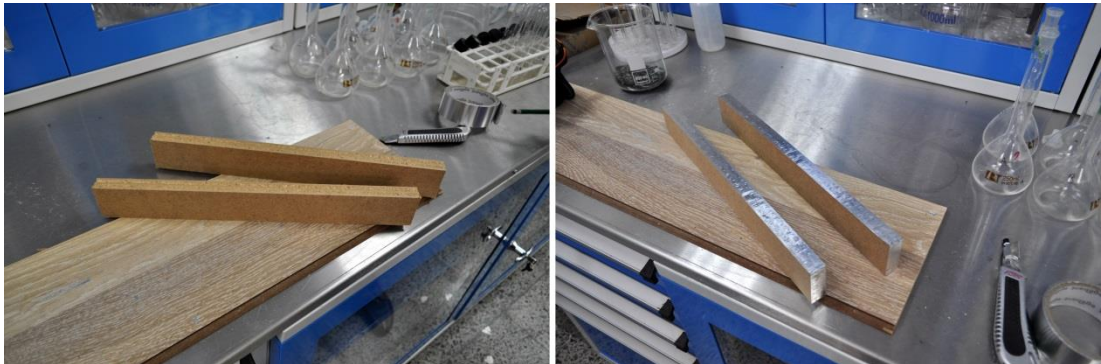
- 13 - Deney havası çıkışı
- 14 - Ortalama ısı (giriş)
- 15 - İzolatör (Yalıtkan)
- 16 - Deney odasının kapısı
- 17 - Çift kaplama
- 18 - Hava çıkışı (termik bobin için)
- 19 - Temizlik için manyetolu valf
- 20 - Bağlantı tüpü
- 21 - Gaz yıkama şişeleri
- 22 - Basınç monitörü
- 23 - Sıcaklık monitörü

Şekil 3.20. Gaz analizi deney düzeneği (TS EN 717-2, 1999, syf.7)

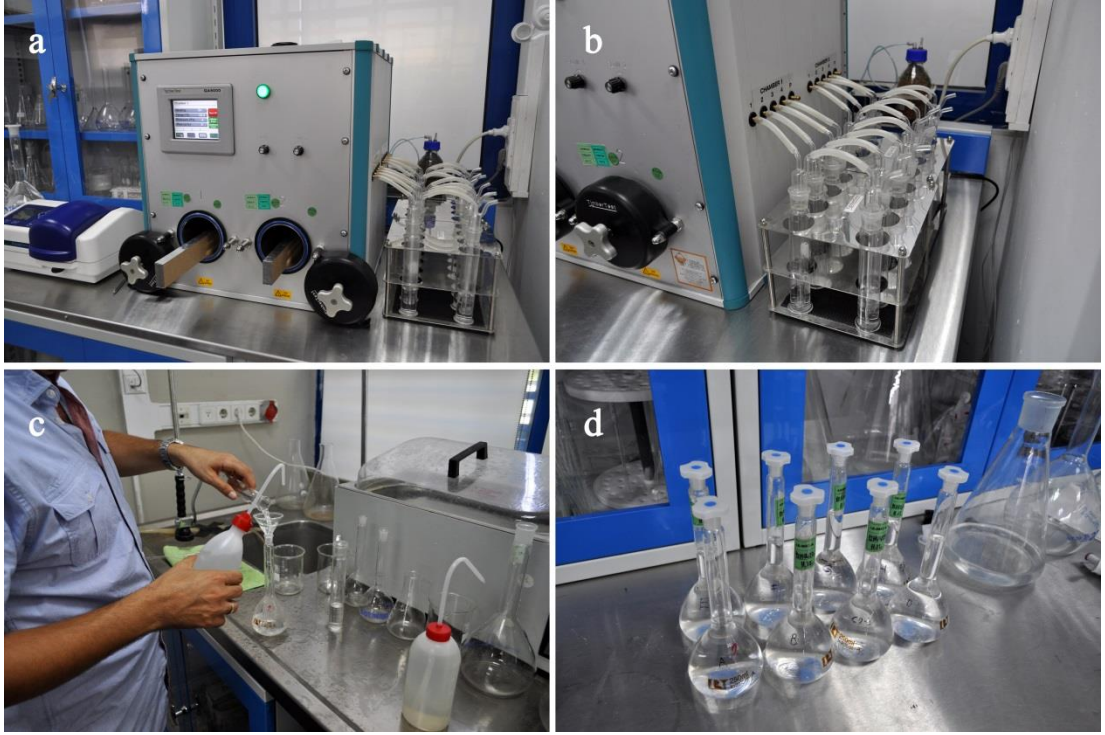
Formaldehit salınımının tayini için boyutlandırılmış numunelerin kenarları açık bir yer kalmayacak şekilde alüminyum bant ile kaplanmıştır. Deney öncesinde TimberTest marka GA5000 model gaz analiz cihazı, cihaz içi oda sıcaklığı 60°C olacak şekilde teste hazır hale getirilmek üzere çalıştırılmış, gaz yıkama şişelerine yaklaşık 30 ml saf su konulmuştur. Deney numuneleri teste hazır hale getirilmiş cihaza, 4 saat boyunca 60°C sıcaklık, 1060 paskal basınç ve 60 Lt/h hava akışı altında teste tabi tutulmak üzere yerleştirilmiştir.

Dört saat boyunca gaz analiz cihazında bulunan numuneler tarafından salınan formaldehit, gaz yıkama şişelerine konulan saf su tarafından yakalanmıştır. Dört saatin sonunda gaz yıkama şişelerinde bulunan su 250 ml lik cam jodelere nakledilmiştir.

Sulu çözelti oluşturularak fotometri yöntemiyle formaldehit miktarı tayini için sırasıyla şu işlemler gerçekleştirilmiştir. Bir pipet yardımıyla 250 ml lik cam jodelerden 10 ml lik sulu çözeltiler 50 ml lik erlenlere alınmıştır. Dokuz erlenden bir tanesi kör numune tayin edilmiş ve içerisine 10 ml lik saf su konulmuştur. Sonra sırasıyla her bir erlene pipet yardımıyla 10 ml amonyum asetat ve 10 ml asetil aseton çözeltisi ilave edilmiştir. Kapatılıp çalkalanan erlenler ısıtıcılı su banyosunda 40°C lik suda 15 dakika boyunca kimyasal reaksiyonun başlaması için bekletilmiştir. Oluşan yeşilimsi sarı renkte çözelti banyodan çıkarıldıktan sonra yaklaşık 1 saat oda sıcaklığına ulaşmaya kadar soğutulmuştur. Çözeltinin absorbanı Jenway Aquanova marka spektrofotometrede 412 nm dalga boyunda damıtık suya karşı tayin edilmiştir.



Şekil 3.21. Kenarları alüminyum bant ile kaplanmış deney numunesi



Şekil 3.22. Gaz analiz cihazı ve deney düzeneği (a, b). Gaz yıkama şişelerinden 250 ml lik cam jodelere numunelerin nakli (c, d).



Şekil 3.23. Erlene pipet yardımıyla amonyum asetat ve asetil aseton çözeltisi ilave edilmesi (a). Erlene cam jodelerden sulu çözelti nakli (b). Isıtıcı su banyosuna yerleştirilmek üzere hazırlanmış 9 adet erlen (c). Isıtıcı su banyosu cihazı (d). 40°C lik suda 15 dakika boyunca bekletildikten sonra oluşan yeşilimsi sarı renkte çözelti (e). Spektrofotometre cihazı ve içine yerleştirilmiş absorbanstayini yapılacak çözelti (f).

3.3.4.2. Yangına Mukavemet

Deney TS EN 13823:2010 (2010) No' lu Yapı ürünleri için yangına tepki deneyleri- Tek bir yakma unsuru ile ısı etkiye maruz kalan-Döşemeler haricindeki yapı ürünleri başlıklı standartta belirtilen esaslara göre TSE İzmir EX laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Deneyde 2 adet 1500 x 1000 mm ve 2 adet 1500 x 500 mm boyutlarında numune kullanılmıştır.

Deney iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birinci aşamada üretilen levha taslağı, hiçbir alev almayı önleyici madde uygulanmadan teste tabi tutulmuştur. İkinci aşamada levha taslağının yüzey tabakasına (MDF tabakaya) ISONEM marka yanmayı geciktirici solüsyon uygulanarak deney tekrar edilmiştir.

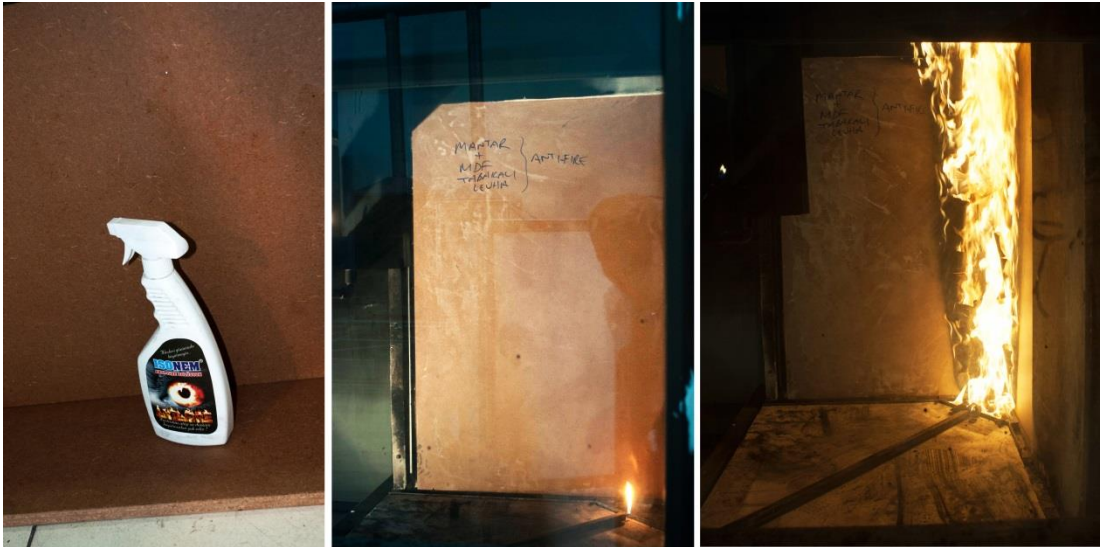
Numuneler yanma odasında bir köşe teşkil edecek şekilde kutu konstrüksiyon kafese monte edilmiştir. Montajı tamamlanan numuneler SBI test ünitesinde deneye tabi tutulmuştur. Deney süresi toplamda 1500 saniye sürmüştür. Bu süreçte toplam dört aşama gerçekleşmiştir. İlk aşamada sistem, operatöre son kontrolleri gerçekleştirmesi için 60 sn lik süre tanımıştır. İkinci aşamada sistem, yanma odası içerisindeki pilot bekler çalışırken ki oksijen (O) ve karbondioksit (CO₂) değerlerini 120 sn süresince kaydederek bir basamak elde etmiştir. Üçüncü aşamada, oda içerisinde numunelerden uzak noktadaki birinci bek 30 KW enerji değerine sahip propan harcayarak yanmış ve bu sürede sistem, oda içerisindeki oksijen ve karbondioksit değerlerini kaydederek bir basamak daha elde etmiştir. Dördüncü aşamada (üç yüzüncü saniyede), numunenin tam önündeki bek 30 KW enerji değerine sahip propan harcayacak şekilde yanmaya başlamıştır. Bek yanarken önünde yer alan numunede bir süre sonra yanmaya ve tepki göstermeye başlamıştır. Sistem 120 – 300 sn. arasında kaydettiği değerlerin dışında oluşmaya başlayan farkların numuneden kaynaklandığını algılayarak sonuç vermeye başlamıştır. Böylece sistem, oksijen tüketimini, açığa çıkan karbon dioksit miktarını ve sıcaklık değişimlerini kaydederek yangın enerjisini hesaplamıştır. Elde edilen bu değerler hesaplanarak yangına tabi tutulan numunenin Total Heat Release (THR) – yanma sırasında açığa çıkan toplam ısı enerjisi ve Fire Growth Rate (FIGRA) – birim zamandaki ısı artışı / yangın büyüme hızı verileri elde edilmiştir. Bu veriler TS EN 13501-1 + A1 standardında belirtilen değerlerle eşleştirilmiş ve malzemenin yangın sınıfı belirlenmiştir.

Ayrıca SBI test ünitesinde, 1500 sn lik deney süresince sistem tarafından numunenin yanma sırasında açığa çıkardığı duman düzeyi de tespit edilmiştir. Böylece levha taslağının Total Smoke Production (TSP) – Toplam Duman Üretimi ve Smoke Growth Rate (SMOGRA) – Duman Büyüme Hızı sınıfı da TS EN 13501-1 + A1 standardına dayanarak belirlenmiştir.

Yüzey tabakasına (MDF tabakaya) ISONEM marka yanmayı geciktirici solüsyon uygulanmış ikinci deney seti de, yukarıda aşamaları anlatılmış aynı yangına tepki deneyine tabi tutulmuş, numunenin yangın ve duman düzeyi sınıflandırması yapılmıştır.



Şekil 3.24. Numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri



Şekil 3.25. Yanmayı geciktirici solüsyon uygulanmış numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri

4. DENEY BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu bölümde, araştırmaya konu olan kompozit levha taslağının fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özelliklerinin belirlenebilmesi için, levha taslağından TS EN 326-1 nolu standartta tarif edildiği şekilde alınan deney numunelerine uygulanmış testlere ait bulgular bildirilmiştir. Araştırmanın amacı gereği üretilen yeni tabakalı levha taslağının, ahşap endüstrisinde yaygın olarak kullanılan diğer ahşap esaslı levhalara alternatif kullanımının araştırıldığı çalışmada, levha taslağına uygulanan deneyler sonucu elde edilen bulgular, TS EN 13986 No' lu, Yapılarda kullanılan ahşap esaslı levhalar - karakteristikler, uygunluğun değerlendirilmesi ve işaretleme başlıklı standardın işaret ettiği; TS EN 312 Yonga Levhalar – Özellikler, TS 61-1 EN 622-1 Lif levhalar – özellikler – Bölüm 1: Genel özellikler, TS EN 622-5 Lif levhalar – özellikler – bölüm 5: Kuru işlemler için gereklerin belirtildiği standartlar ile literatürden elde edilen veriler paralelinde irdelenmiştir.

4.1. FİZİKSEL ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR

4.1.1. Birim Hacim Ağırlığı

Levha taslağının birim hacim ağırlığı, TS EN 323 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar-Birim hacim ağırlığının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Altı adet 50 x 50 mm boyutlarında numuneye gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan birim hacim ağırlıklarının aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının birim hacim ağırlığı tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.1 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.1. Levha Taslağı Birim Hacim Ağırlığı Ölçümleri

Numune No	t (mm)	a (mm)	b (mm)	Ağırlık (gr)	Yoğunluk (kg/m ³)	Yoğunluk Toleransı %
1	18,91	50,16	49,96	25,73	542,96	3
2	19,13	50,03	50,05	24,74	516,48	2
3	18,90	49,92	50,07	24,84	525,82	0
4	19,10	50,01	50,07	24,98	522,31	1
5	18,86	50,06	50,10	24,97	527,90	0
6	18,76	50,01	49,92	24,89	531,45	1
\bar{X}					527,82	3

t: Numunenin kalınlığı, a: numunenin eni, b: numunenin boyu,
 \bar{X} : Aritmetik ortalama

Çizelge 4.1 de gösterilen deney sonuçlarına göre; deney parçalarına ait en düşük birim hacim ağırlığı değeri 516,48 kg/m³, en yüksek birim hacim ağırlığı değeri 542,96 kg/m³ olarak bulunmuştur. Levha taslağının birim hacim ağırlığı ise 527,82 kg/m³ olarak tespit edilmiştir.

Malzemenin birim hacim ağırlığı değeri, o malzemeye ait mukavemet, ısı iletkenliği vb. özelliklerin belirleyicisidir. Genel olarak malzemede birim hacim ağırlığı arttıkça, mukavemet ve ısı iletkenliği değerleri artar. Buna karşılık birim hacim ağırlığı düştükçe malzemenin mukavemeti ve ısı iletkenliği azalır.

Efe ve Kasal (2007), çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlenmesine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada masif ağaç malzeme olarak Doğu kayını ve sarıçam, kompozit ağaç malzeme olarak da okume, kontrplak (OKP), orta yoğunluklu lif levha (MDF) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) kullanılmıştır. Deney malzemelerinin, yoğunlukları ve rutubet oranları tespit edilmiş, mekanik özelliklerden de çekme, basınç, kesme dirençleri ile eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre; malzemelerin hava kurusu yoğunluk değerleri; Doğu kayını için 650 kg/m³, Sarıçam için 520 kg/m³, OKP için 570 kg/m³, MDF için 690 kg/m³ ve OSB için 590 kg/m³ olarak bulunmuştur.

Eroğlu ve arkadaşları (2001), buğday saplarından (*triticum aestivum*) ve saman-odun karışımı liflerden orta yoğunlukta lif levha (mdf) üretmişlerdir. Saman liflerinden

üretilen numunelerin birim hacim ağırlıkları 700 kg/m^3 - 800 kg/m^3 , odun ve saman-odun karışımı liflerinden üretilen numunelerin birim hacim ağırlıkları ise 800 kg/m^3 olarak tespit edilmiştir.

Gündüz ve Yılmaz (2005), Türkiye’de yonga levha sanayisinde faaliyet gösteren 16 işletmeye ait levhaları, TS EN 312 standartlarına göre; fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; 16 farklı işletmeden alınan yonga levhaların yoğunluk değerlerine ait ortalamaların, 537 kg/m^3 ile 708 kg/m^3 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Piyasada halihazırda pazarlanmakta olan ahşap esaslı levhaların birim hacim ağırlığı değerleri incelendiğinde; Çamsan firmasına ait MDF levha yoğunluk değerlerinin 850 kg/m^3 ile 750 kg/m^3 arasında olduğu (URL-2, 2015), Kastamonu Entegre Ağaç Sanayi tarafından üretilen MDF levhaların 724 kg/m^3 olduğu (URL-3, 2015), Kronospan marka MDF levhaların 750 kg/m^3 , HDF levhaların 850 kg/m^3 , Yonga Levhaların 680 kg/m^3 olduğu (URL-4, 2015) tespit edilmiştir.

Literatür taraması sonucu elde edilen değerler incelendiğinde, üretilen yeni levha taslağının birim hacim ağırlığının, sarıçam ile aynı olduğu görülmüş, diğer ahşap ve ahşap esaslı levhaların birim hacim ağırlık değerlerinden ise daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durumda, yeni levha taslağının mevcut ahşap ve ahşap esaslı diğer levhalara kıyasla daha hafif olduğu söylenebilir.

4.1.2. Rutubet Miktarı

Levha taslağının rutubet miktarı, TS EN 322 (1999) No’ lu Ahşap esaslı levhalar-Rutubet miktarının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Dört adet 50×50 mm boyutlarında numuneye gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan rutubet miktarının aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının rutubet miktarı tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.2 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.2. Levha Taslağı Rutubet Miktarı Ölçümleri

Numune No	G1 (gr)	G2 (gr)	NEM %
1	24,51	23,31	5,1
2	24,43	23,19	5,3
3	24,56	23,37	5,1
4	25,12	23,96	4,8
\bar{X}			5,075

G1: numunenin alınma sırasındaki kütlesi, G2: numunenin kurutmadan sonraki kütlesi, \bar{X} : Aritmetik ortalama

Çizelge 4.2 de gösterilen deney sonuçlarına göre; deney parçalarına ait en düşük rutubet miktarı değeri %4.8, en yüksek rutubet miktarı değeri %5.3 olarak bulunmuştur. Levha taslağının rutubet miktarı ise %5.075 olarak tespit edilmiştir.

Ahşap ve ahşap esaslı malzemenin rutubet miktarı, malzemenin fiziksel, mekanik, işlenebilirlik, biyolojik bozulmaya karşı direnç vb. özelliklerini etkiler. Malzemenin düşük rutubet değerlerinde olması beklenir. Yüksek rutubet değerlerine sahip malzemelerde mekanik özelliklerde yetersizlik, üst yüzey işlemlerinde başarısızlık, şekil değiştirme, malzemedeki ağırlığın artması vb. gibi istenmeyen durumlar oluşabilir.

Efe ve Kasal (2007), çeşitli masif ve kompozit ağaç malzemelerin bazı fiziksel ve mekanik özelliklerini belirlenmesine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada masif ağaç malzeme olarak Doğu kayını ve sarıçam, kompozit ağaç malzeme olarak da okume, kontrplak (OKP), orta yoğunluklu lif levha (MDF) ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) kullanılmıştır. Deney malzemelerinin, yoğunlukları ve rutubet oranları tespit edilmiş, mekanik özelliklerden de çekme, basınç, kesme dirençleri ile eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Bu çalışmaya göre; malzemelerin ortalama rutubet değerleri; Doğu kayını için %10.2, Sarıçam için %11.2, OKP için %9.1, MDF için %7.1 ve OSB için %7.6 olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde, üretilen yeni levha taslağının rutubet muhtevasının diğer levhalara göre daha düşük değerde olduğu anlaşılmıştır.

TS EN 312 (2012) No' lu, Yonga Levhalar – Özellikler başlıklı standartta, yonga levhaların bütün levha tipleri için rutubet muhtevası gerek değeri %5 ile %13 arasında istenmektedir.

TS 61-1 EN 622-1 (2005) No' lu, Lif levhalar – özellikler – Bölüm 1: Genel özellikler başlıklı standartta, rutubet muhtevaları gerek değerleri; sert, orta sert ve yumuşak levhalar için %4 ile %9, kuru işlemlif lif levhalar (MDF) için %4 ile %11 arasında istenmektedir.

Standartlar incelendiğinde, üretilen yeni levha taslağının rutubet miktarının ahşap esaslı levhalar için istenen standart değer aralığında olduğu görülmüştür.

4.1.3. 24 Saat Süre İle Kalınlığına Şişme

Levha taslağının kalınlığına şişme değeri, TS EN 317 (1999) No' lu Yonga levhalar ve lif levhalar-Su içerisine daldırma işleminden sonra kalınlığına şişme tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Sekiz adet 50 x 50 mm boyutlarında numuneyle gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan kalınlığına şişme miktarlarının aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının kalınlığına şişme değeri tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.3 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.3. Levha Taslağı Kalınlığına Şişme Ölçümleri

Numune No	t1 (mm)	t2 (mm)	Şişme %
1	19,09	22,12	%15,9
2	19,20	22,16	%15,4
3	19,17	22,18	%15,7
4	19,34	22,25	%15,0
5	19,24	22,24	%15,6
6	19,08	22,07	%15,7
7	19,19	22,17	%15,5
8	19,32	22,41	%16,0
\bar{X}			%15,6

t1: numunenin suya daldırmadan önceki kalınlığı, t2: numunenin suya daldırıldıktan sonraki kalınlığı, \bar{X} : Aritmetik ortalama

Çizelge 4.3 de gösterilen deney sonuçlarına göre; numunelere ait en düşük kalınlığına şişme değeri %15.0, en yüksek kalınlığına şişme değeri %16 olarak bulunmuştur. Levha taslağının kalınlığına şişme değeri ise %15.6 olarak tespit edilmiştir.

Ahşap esaslı levhalarda kalınlığına şişme değeri, malzemenin nemli şartlarda kullanımının söz konusu olduğu durumlarda belirleyici bir özelliktir. TS EN standartlarında ahşap esaslı levhaların kuru şartlarda kullanımının söz konusu olduğu durumlarda kalınlığına şişme özelliği aranmamaktadır.

Yıldız ve Özgan (2009), farklı ortamlara maruz kalan bazı ahşap esaslı levhaların mühendislik özelliklerinin incelenmesine yönelik çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada Yonga Levha (sunta), Lif levha (MDF) ve Kontrplak levhalar kullanılmıştır. Deney malzemelerinin, şartlandırma, suya daldırma, dondurma, etüvde kurutma işlemlerine tabi tutulmuş ve her işlem sonunda boy, kalınlık, ağırlık, kalınlık doğrultusunda şişme oranları ile su emme oranları ölçülmüştür. Bu çalışmaya göre; malzemelerin ortalama kalınlık doğrultusunda şişme oranları; kontrplak için %5.26, lif levha (MDF) için % 0.91 ve yonga levha (sunta) için %7.24 olarak bulunmuştur. Bu değerler incelendiğinde, üretilen yeni levha taslağının kalınlığına şişme değerinin diğer levhalara göre yüksek değerde olduğu anlaşılmıştır.

Gündüz ve Yılmaz (2005), Türkiye’de yonga levha sanayisinde faaliyet gösteren 16 işletmeye ait levhaları, TS EN 312 standartlarına göre; fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; 16 farklı işletmeden alınan yonga levhaların 24 saat süreyle kalınlığına şişme değerlerine ait ortalamaların % 8.75 ile % 17.74 arasında değiştiği tespit edilmiştir.

TS EN 622-5 (2011) No’ lu, Lif levhalar – özellikler – bölüm 5: Kuru işlemlerle levhalar (mdf) için gerekler başlıklı standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda 24 saat süreyle kalınlığına şişme, 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda %12 olarak istenmektedir. Standartta nemli şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan levhalar için 24 saat süreyle kalınlığına şişme oranı, 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda %8 olarak istenmektedir.

TS EN 312 (2012) No' lu, Yonga Levhalar – Özellikler başlıklı standartta, kalınlığına şişme değeri, malzemenin nemli şartlarda kullanımının söz konusu olduğu durumlarda belirleyici bir özelliktir. İlgili standartta nemli şartlarda kullanılacak yük taşıyıcı olmayan levhalar için 24 saat süreyle kalınlığına şişme oranı, 13 mm ile 20 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda %14 olarak istenmektedir. Üretilen levha taslağının kalınlığına şişme değeri standartta belirtilen değer in altında kalmıştır. Ancak arada %1.6' lık fark bulunmaktadır. Buna göre kalınlığına şişme özelliği açısından levha taslağının, standardın gereksinimini karşıladığı söylenebilir.

4.2. MEKANİK ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR

4.2.1. Eğilme Mukavemeti

Levha taslağının eğilme mukavemeti değeri, TS EN 310 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Levha taslağından enine ve boyuna kesilmiş iki grup deney seti olmak üzere toplam 12 adet 50 x 450 mm boyutlarında numuneye gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan eğilme mukavemetinin aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının enine ve boyuna eğilme mukavemetleri, bu sonuçların aritmetik ortalamasıyla levha taslağının eğilme mukavemeti tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.4 ve 4.5 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.4. Numunelere Ait Eğilme Mukavemeti Ölçümleri

Numune No	Yön	l_1 (mm)	t (mm)	b (mm)	t_{test} (s)	F_{max} (N)	f_m (N/mm ²)
1.1	Boyuna	400	19,51	49,97	165,92	296,56	9,35
1.2		400	19,47	50,06	110,08	311,89	9,86
1.3		400	19,21	49,99	111,02	294,81	9,59
1.4		400	19,11	50	110,64	296,08	9,73
1.5		400	19,13	50	98,91	307,35	10,08
1.6		400	18,86	50,17	87,92	323,97	10,89
2.1	Enine	400	19,32	50,02	89,2	306,79	9,86
2.2		400	19,23	50,1	89,56	308,44	9,99
2.3		400	19,13	50	86,32	336,87	11,05
2.4		400	19,68	49,98	74,7	308,45	9,56
2.5		400	19,51	50,03	78,37	312,21	9,84
2.6		400	19,36	49,99	87,37	325,13	10,41

Çizelge 4.5. Eğilme Mukavemeti Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular

Boyuna n = 6	l_1 (mm)	t (mm)	b (mm)	t_{test} (s)	F_{max} (N)	f_m (N/mm ²)
\bar{X}	400	19,22	50,03	114,08	305,11	9,92
S	0	0,2435	0,07414	26,98	11,555	0,54
V	0	1,27	0,15	23,65	3,79	5,41
Enine n = 6	l_1 (mm)	t (mm)	b (mm)	t_{test} (s)	F_{max} (N)	f_m (N/mm ²)
\bar{X}	400	19,37	50,02	84,25	316,31	10,12
S	0	0,1977	0,04336	6,2	12,096	0,53
V	0	1,02	0,09	7,36	3,82	5,27

l_1 : Desteklerin eksenleri arasındaki uzaklık, b: Deney parçasının genişliği, t: Deney parçasının kalınlığı, F_{max} : En büyük kuvvet, f_m : eğilme dayanımı, t_{test} : deney süresi, \bar{X} : Aritmetik ortalama, s: standart sapma, v: varyans katsayısı, n: numune sayısı

Çizelge 4.4 de gösterilen deney sonuçlarına göre; levha taslağının boyuna yöndeki numunelere ait en düşük eğilme mukavemeti değeri 9.35 N/mm², en yüksek eğilme mukavemeti değeri 10.89 N/mm² olarak bulunmuştur. Levha taslağının enine yöndeki numunelere ait en düşük eğilme mukavemeti değeri 9.56 N/mm², en yüksek eğilme mukavemeti değeri 11.05 N/mm² olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.5 de yer alan eğilme mukavemeti değerlerine ait istatistiksel bulgular incelendiğinde; levha taslağının boyuna yöndeki ortalama eğilme mukavemeti değeri 9.92 N/mm², levha taslağının enine yöndeki ortalama eğilme mukavemeti değeri 10.12 N/mm² olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre levha taslağı eğilme dayanımı değeri 10.02 N/mm² dir.

TS EN 622-5 (2011) No' lu, Lif levhalar – özellikler – bölüm 5: Kuru işlemlenmiş levhalar (mdf) için gerekler başlıklı standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda eğilme mukavemeti değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 20 N/mm², 19 mm ile 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda ise minimum 18 N/mm² olarak belirtilmiştir. Standartta göre; üretilen levha taslağının eğilme mukavemeti değeri, orta yoğunluklu lif levhalar için istenen minimum değerinin altında sonuç vermiştir. Bu durumun levha taslağının yoğunluk değeri ile yakından ilgili olduğu söylenebilir. Üretilen yeni levha taslağının yoğunluk değerleri, MDF levhaların yoğunluk değerlerinden düşüktür. Genel olarak malzemelerin yoğunluk değerleri ile

mekanik özellikleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. Yoğunluk arttıkça, mekanik özelliklerde artar. Diğer taraftan aynı standartta, yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı çok hafif MDF levhalarda eğilme mukavemeti değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum $6,9 \text{ N/mm}^2$, 19 mm ile 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda ise minimum 6 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Standartta göre; üretilen levha taslağının eğilme mukavemeti değeri, çok hafif MDF levhalar için istenen minimum değerinde sonuç vermiştir.

TS EN 312 (2012) No' lu, Yonga Levhalar – Özellikler başlıklı standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda eğilme mukavemeti değeri; 13 mm ile 20 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 10 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Standartta göre; üretilen levha taslağının eğilme mukavemeti değeri, yonga levhalar için istenen minimum değeri karşılamaktadır.

Gündüz ve Yılmaz (2005), Türkiye'de yonga levha sanayisinde faaliyet gösteren 16 işletmeye ait levhaları, TS EN 312 standartlarına göre; fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; 16 farklı işletmeden alınan yonga levhaların eğilme direnci değerlerine ait ortalamaların $8,43 \text{ N/mm}^2$ ile $16,89 \text{ N/mm}^2$ arasında değiştiği tespit edilmiştir. Tez kapsamında üretilen levha taslağının eğilme direnci değerinin, piyasada üretilen yonga levhalara ait değerler arasında olduğu anlaşılmıştır.

4.2.2. Eğilmede Elastikiyet Modülü

Levha taslağının eğilmede elastikiyet modülü değeri, TS EN 310 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Eğilme dayanımı ve eğilmede elastikiyet modülünün tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. Levha taslağından enine ve boyuna kesilmiş iki grup deney seti olmak üzere toplam 12 adet $50 \times 450 \text{ mm}$ boyutlarında numuneyle gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan eğilmede elastikiyet modülünün aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının enine ve boyuna eğilmede elastikiyet modülleri, bu sonuçların aritmetik ortalamasıyla levha taslağının elastikiyet modülü tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.6 ve 4.7 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.6. Numunelere Ait Elastikiyet Modülü Ölçümleri

Numune No	Yön	F ₁ (N)	F ₂ (N)	a ₁ (mm)	a ₂ (mm)	l ₁ (mm)	t (mm)	b (mm)	E _m (N/mm ²)	t _{test} (s)
1.1	Boyuna	29,7	118,6	0,55	4,46	400	19,51	49,97	981,61	165,92
1.2		31,2	124,8	0,59	4,53	400	19,47	50,06	1029,3	110,08
1.3		29,5	117,9	0,61	4,74	400	19,21	49,99	966,87	111,02
1.4		29,6	118,4	0,58	4,58	400	19,11	50	1018,06	110,64
1.5		30,7	122,9	0,63	4,82	400	19,13	50	1006,95	98,91
1.6		32,4	129,6	0,8	5,52	400	18,86	50,17	978,47	87,92
2.1	Enine	30,7	122,7	0,62	4,7	400	19,32	50,02	1001,2	89,2
2.2		30,8	123,4	0,73	5	400	19,23	50,1	973,1	89,56
2.3		33,7	134,7	0,83	5,45	400	19,13	50	998,64	86,32
2.4		30,8	123,4	1,13	5,07	400	19,68	49,98	987,21	74,7
2.5		31,2	124,9	0,78	5,52	400	19,51	50,03	849,59	78,37
2.6		32,5	130,1	0,77	5,42	400	19,36	49,99	924,93	87,37

Çizelge 4.7. Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular

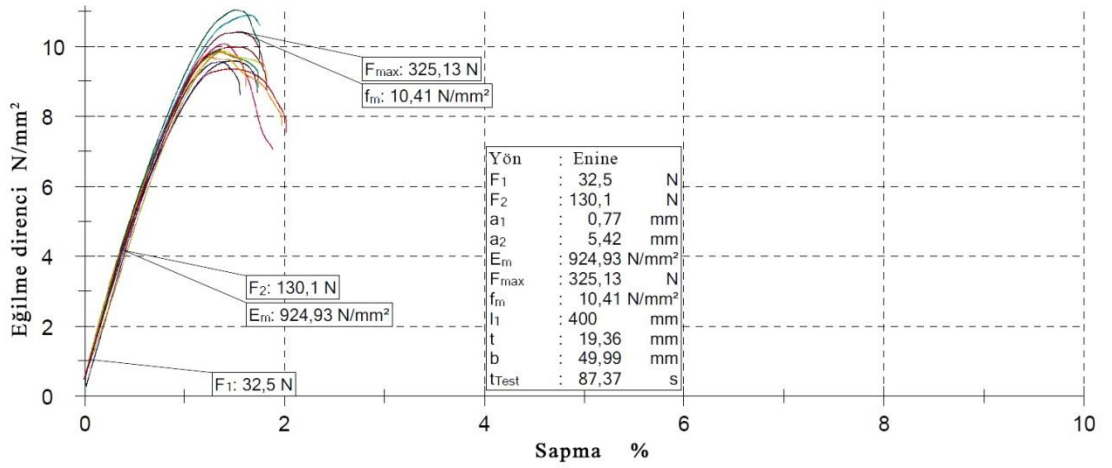
Boyuna n = 6	F ₁ (N)	F ₂ (N)	a ₁ (mm)	a ₂ (mm)	l ₁ (mm)	t (mm)	b (mm)	E _m (N/mm ²)	t _{test} (s)
\bar{X}	30,5	122	0,63	4,77	400	19,22	50,03	996,88	114,08
S	1,2	4,6	0,09	0,39	0	0,2435	0,07414	24,79	26,98
V	3,79	3,79	14,33	8,18	0	1,27	0,15	2,49	23,65

Enine n = 6	F ₁ (N)	F ₂ (N)	a ₁ (mm)	a ₂ (mm)	l ₁ (mm)	t (mm)	b (mm)	E _m (N/mm ²)	t _{test} (s)
\bar{X}	31,6	126,5	0,81	5,19	400	19,37	50,02	955,78	84,25
S	1,2	4,8	0,17	0,32	0	0,1977	0,04336	59,02	6,2
V	3,82	3,82	21,35	6,25	0	1,02	0,09	6,17	7,36

l₁: Desteklerin eksenleri arasındaki uzaklık, b: Deney parçasının genişliği, t: Deney parçasının kalınlığı, F₂-F₁= Yük-sehim diyagramı oranlılık bölgesindeki yük artışı, a₂ - a₁ = (F₂-F₁) kuvvet artışları nedeniyle deney parçası uzunluğunun ortasında meydana gelen sehim artışı, F₁= Yaklaşım olarak, en büyük kuvvetin %10' u, F₂ maksimum yükün %40' ı, E_m: elastikiyet modülü, t_{test}: deney süresi, \bar{X} : Aritmetik ortalama, s: standart sapma, v: varyans katsayısı, n: numune sayısı

Çizelge 4.6 da gösterilen deney sonuçlarına göre; levha taslağının boyuna yöndeki numunelere ait en düşük elastikiyet modülü değeri $966,87 \text{ N/mm}^2$, en yüksek elastikiyet modülü değeri $1029,3 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Levha taslağının enine yöndeki numunelere ait en düşük elastikiyet modülü değeri $849,59 \text{ N/mm}^2$, en yüksek eğilme mukavemeti değeri $1001,2 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7 de elastikiyet modülü değerlerine ait istatistiksel bulgular incelendiğinde; levha taslağının boyuna yöndeki ortalama elastikiyet modülü değeri $996,88 \text{ N/mm}^2$, levha taslağının enine yöndeki ortalama elastikiyet modülü değeri $955,78 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir. Bu verilere göre levha taslağının elastikiyet modülü değeri $976,33 \text{ N/mm}^2$ dir.



Şekil 4.1. Tez kapsamında üretilen levha taslağının eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneylerine ait grafik.

TS EN 622-5 (2011) No' lu, Lif levhalar – özellikler – bölüm 5: Kuru işlemlenmiş levhalar (mdf) için gerekler başlıklı standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda eğilmede elastikiyet modülü değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 2200 N/mm^2 , 19 mm ile 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda ise minimum 2100 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Standartta göre; üretilen levha taslağının elastikiyet modülü değeri, orta yoğunluklu lif levhalar için istenen minimum değerinden oldukça altındadır. Diğer taraftan aynı standartta, yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı çok hafif MDF levhalarda elastikiyet modülü değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 560 N/mm^2 , 19 mm ile 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda ise

minimum 510 N/mm² olarak belirtilmiştir. Standarda göre; üretilen levha taslağının eğilme mukavemeti değeri, çok hafif MDF levhalar için istenen minimum değer in üzerinde sonuç vermiştir.

TS EN 312 (2012) No' lu, Yonga Levhalar – Özellikler başlıklı standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda elastikiyet modülü değeri; 13 mm ile 20 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 1600 N/mm² olarak belirtilmiştir. Standarda göre; üretilen levha taslağının elastikiyet modülü değeri, yonga levhalar için istenen minimum değerin altında sonuç vermektedir.

4.2.3. Dik Çekme (İç Yapışma Kalitesi)

Levha taslağının dik çekme dayanımı değeri, TS EN 319 (1999) No' lu Yonga levhalar ve lif levhalar-Levha yüzeyine dik çekme dayanımının tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. 8 adet 50 x 50 mm boyutlarında numuneye gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan dik çekme dayanımı değerinin aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının levha yüzeyine dik çekme dayanımı tespit edilmiş; deneye ait bulgular çizelge 4.8 de belirtilmiştir.

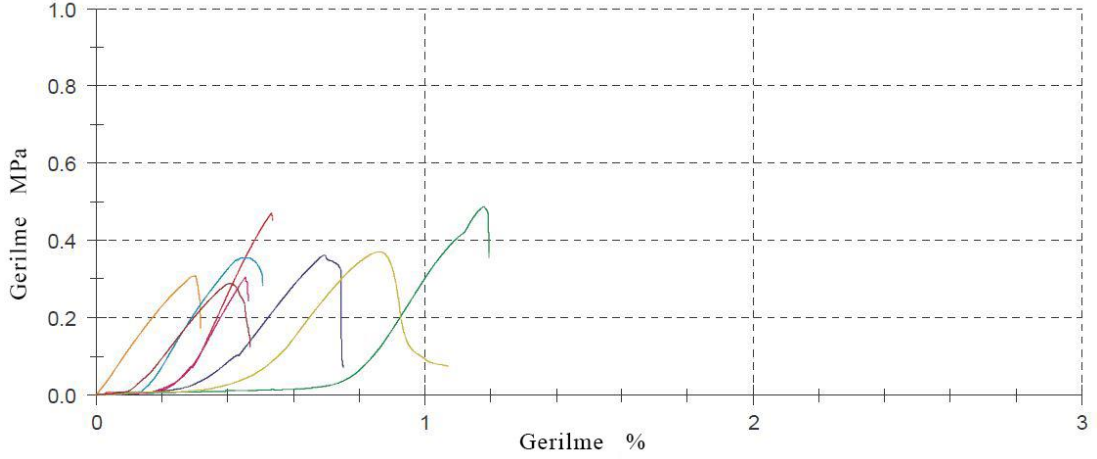
Çizelge 4.8. Numunelere Ait Dik Çekme Dayanımı Ölçümleri ve İstatiksel Bulgular

Numune No	σ_m (N/mm ²)	σ_b (N)	b (mm)	h (mm)
1	0,47	1171,29	49,91	49,93
2	0,488	1215,55	49,9	49,96
3	0,362	904,4	49,95	50,03
4	0,309	773,03	50,07	50,01
5	0,304	760,64	50,05	49,92
6	0,354	879,49	49,79	49,83
7	0,37	924,4	49,98	49,97
8	0,289	718,59	49,92	49,89

Numune n = 8	σ_m (N/mm ²)	σ_b (N)	b (mm)	h (mm)
\bar{X}	0,368	918,42	49,95	49,94
s	0,0745	185,14	0,08927	0,06475
v	20,22	20,16	0,18	0,13

\bar{X} : Aritmetik ortalama, s: standart sapma, v: varyans katsayısı, n: numune sayısı

Çizelge 4.8 de gösterilen deney sonuçlarına göre; deney parçalarına ait en düşük çekme dayanımı değeri $0,28 \text{ N/mm}^2$, en yüksek çekme dayanımı değeri $0,48 \text{ N/mm}^2$ olarak bulunmuştur. Levha taslağının dik çekme dayanımı ise $0,36 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.2. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzeye dik çekme deneyine ait grafik.

Levha yüzeyine dik çekme direnci deneyi, levha taslağını oluşturan tabakaların birbirine bağlanmasında kullanılan tutkal ve tutkallama kalitesini belirleyen önemli bir özelliktir.

TS EN 622-5 (2011)' e göre, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda dik çekme direnci değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum $0,55 \text{ N/mm}^2$ olarak belirtilmiştir. Tez kapsamında üretilen levha taslağının dik çekme dayanımı değeri, MDF için istenen standart değerinin altında sonuç vermiştir.

TS EN 312 (2012)' ye göre, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalarda dik çekme değeri; 13 mm ile 20 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum $0,24 \text{ N/mm}^2$ olarak belirtilmiştir. Standartta göre; üretilen levha taslağının dik çekme dayanımı değeri, yonga levhalar için istenen minimum değerinin üstünde sonuç vermektedir.

Gündüz ve Yılmaz (2005), Türkiye'de yonga levha sanayisinde faaliyet gösteren 16 işletmeye ait levhaları, TS EN 312 standartlarına göre; fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından incelenmiştir. Bu çalışmaya göre; 16 farklı işletmeden alınan yonga levhaların yüzeye dik çekme direnci değerlerine ait ortalamaların $0,15 \text{ N/mm}^2$ ile

0,76 N/mm² arasında değiştiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada ortaya çıkan farklı çekme direnci değerlerinin, levha üretiminde kullanılan tutkal türü, tutkallama biçimi, pres aşamasında kullanılan basınç, sıcaklık ve presleme srelerinden kaynaklandığı söylenebilir.

4.2.4. Vida Tutma Direnci

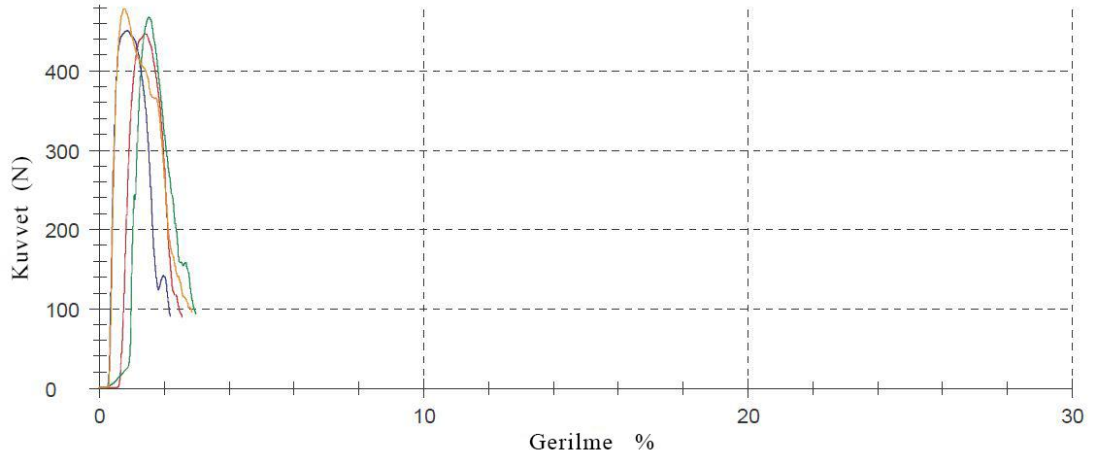
Levha taslağının vida tutma direnci değeri, TS EN 320 (1999) No' lu Lif levhalar-Vida tutma kabiliyetinin (mukavemetinin) tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. 5 adet 75 x 75 mm boyutlarında numuneyle gerçekleştirilen deneyde, her bir deney parçası için bulunan vida tutma direnci değerinin aritmetik ortalaması alınarak, levha taslağının yüzey vida tutma kabiliyeti (mukavemeti) tespit edilmiş; deneye ait bulgular izelge 4.9 da belirtilmiştir. Levha taslağının kenar vida tutma kabiliyeti, levha kesit kalınlığının vida montajına uygun yapıda olmaması sebebiyle araştırma dışında bırakılmıştır.

Çizelge 4.9. Numunelere Ait Vida Tutma Direnci lmleri ve İstatiksel Bulgular

Numune No	F _{max} (N)
1	449,56
2	446,81
3	467,62
4	450,85
5	478,65
\bar{X}	458,698
s	14,8328
v	3,22

\bar{X} : Aritmetik ortalama, s: standart sapma,
v: varyans katsayısı, n: numune sayısı

Çizelge 4.9 da gösterilen deney sonuçlarına göre; deney parçalarına ait en düşük vida tutma direnci değerleri 446,81 N, en yüksek vida tutma direnci değerleri 478,65 N olarak bulunmuştur. Levha taslağının yüzey vida tutma kabiliyeti ise 458,69 N olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzey vida tutma kabiliyeti deneyine ait grafik.

TS EN standartlarının ahşap esaslı levhalar için gereklerin belirtildiği TS EN 312 ve TS EN 622-5 standartlarında, vida tutma kabiliyeti tayini için gerek değerler aranmamaktadır. Ancak mekanik montajla oluşturulan sabit – hareketli donatıların rijitliği, büyük oranda bağlantı elemanları ve malzemenin bu elemanlara vereceği tepkilerle yakından ilgilidir. Öte yandan ahşap endüstrisinde kullanılan bağlantı elemanlarının çeşitliliği ile uygulamadaki farklılıklar, malzemelerin bu elemanlara vereceği tepkilerde farklılaşmalara sebebiyet vermektedir.

Örs ve arkadaşlarının (1998) mobilya üretiminde yaygın olarak kullanılan yonga levha, M.D.F. (Medium Density Fiberboard), werzalit ve kayın odununun üzerinde bağlantı elemanı olarak seçilen 3 farklı vida tipinin (v1, v2, v3) yüzeye paralel ve dik yönlerde vida tutma kabiliyetlerini araştırdıkları çalışmalarında, malzeme ve vida tipinin vida tutma direncini etkilediğini tespit etmişlerdir. Çalışmada kullanılan vidaların dış üstü çap değerleri sırasıyla v1 için 3.0 mm, v2 için 2.9 mm, v3 için 3.8 mm olarak verilmiştir. Elde edilen yüzeye dik yönde ortalama vida tutma dirençleri yonga levha için; v1 tipinde 6.60 N/mm^2 , v2 tipinde 6 N/mm^2 , v3 tipinde 4.70 N/mm^2 , MDF için; v1 tipinde 7.60 N/mm^2 , v2 tipinde 6.90 N/mm^2 , v3 tipinde 5.40 N/mm^2 olarak, Werzalit için; v1 tipinde 13 N/mm^2 , v2 tipinde 12.60 N/mm^2 , v3 tipinde 9.20 N/mm^2 olarak, Masif Kayın için; v1 tipinde 14.60 N/mm^2 , v2 tipinde 13.80 N/mm^2 , v3 tipinde 10.20 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde vida çapı büyüdükçe, vida tutma direnci değerlerinde düşüş olduğu görülmüştür.

Günsel (2004), Türkiye mobilya endüstrisinde kullanılan bazı Yonga levhaların temel fiziksel ve mekanik özelliklerinin karşılaştırılması başlıklı çalışmada, üç değişik firmadan aldığı yonga levhaların TS EN 320 esaslarına göre yüzeye dik ve yüzeye paralel vida tutma dirençlerini belirlemiştir. Buna göre levhaların yüzeye dik ortalama vida tutma dirençleri sırasıyla 1137 N, 1262 N ve 1356 N olarak bulunmuştur. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzeye dik vida tutma direnci değeri, bu çalışmada elde edilen değerlerin altında kalmıştır.

4.3. TERMİK ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR

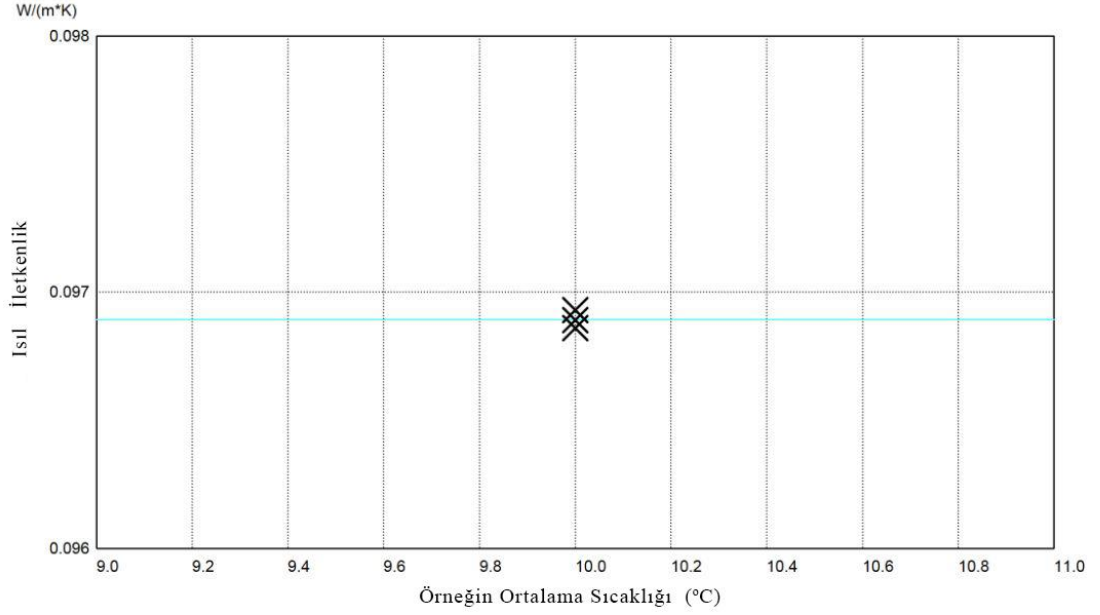
4.3.1. Isı İletkenlik Katsayısı

Levha taslağının ısı iletkenlik katsayısı, TS EN 12664 (2001) No' lu Yapı malzemeleri ve mamulleri – Isıl direncin, korumalı tablalı ısıtıcı ve ısı akı ölçerin kullanıldığı metotlarla tayini başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. İki adet 500 x 500 x 19,5 mm boyutlarında numuneye gerçekleştirilen deneyde, bilgisayar kontrollü korumalı tablalı ısı iletkenlik ölçüm cihazına yerleştirilen deney parçaları için ısı iletkenlik katsayısı; deney süresince tespit edilen ısı değişimlerin kararlı duruma (bir ölçme için, %1 sapma sınırları içerisinde kararlı duruma ulaşma) geldiği noktada bilgisayarla tespit edilmiş, deneye ait bulgular çizelge 4.10 da belirtilmiştir.

Çizelge 4.10. Levha Taslağına Ait Isıl Direnç Ölçümleri

Ölçme No	Isıtma Gücü (W)	Numune Soğuk Yüzey Sıcaklığı (°C)	Numune Sıcak Yüzey Sıcaklığı (°C)	Numunenin Sıcaklık Farkı (K)	Numunenin Ortalama Sıcaklığı	Isıl İletkenlik (W/m.k)
1	5,365	18,7	27,2	8,5	10	0,09686
2	5,365	18,7	27,2	8,5	10	0,09693
3	5,365	18,7	27,2	8,5	10	0,09689
4	5,365	18,7	27,2	8,5	10	0,09689

Çizelge 4.10 da gösterilen ölçüm değerlerine göre; testin başlangıç aşamasında ısı iletim değeri 0,09686 olarak tespit edilmiştir. İlerleyen süreçte 0,09693 ve 0,09689 olduğu gözlemlenmektedir. Isıl değişimin kararlı duruma geldiği noktada test sonlandırılmış ve levha taslağının ısı iletim katsayısı 0,09689 W/mk olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.4. Tez kapsamında üretilen levha taslağının ısıl direnç deneyine ait grafik

Malzemelerin sıcak taraflarındaki atomlar sıcaklığın etkisiyle titreşirler. Malzemenin sıcak tarafında başlayan bu titreşimler soğuk tarafındaki atomlara aktarılır. Böylece sıcak taraftan soğuk tarafa doğru ısı aktarımı gerçekleşir. Bu tarz iletimler her malzemenin atom yapısına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Isıl iletkenlik katsayısı “ λ ”, malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısına bağlı olarak, ısıyı ne kadar ilettiğinin ifadesidir. Bir malzemenin “ λ ” değeri ne kadar küçükse, malzeme ısıyı o kadar az iletir.

TS 825 (2009) No’ lu Binalarda ısı yalıtım kuralları başlıklı standartta, ahşap ve ahşap mamullerine ait ısıl iletkenlik değerleri ahşap malzeme için; İğne yapraklı ağaçlardan elde edilmiş olanlar için 0,13 W/mk, Kayın, meşe, dişbudak ağaçlarından elde edilmiş olanlar için 0,20 W/mk, Kontrplak (800 kg/m^3) için 0,13 W/mk, yatık yongalı levhalar (700 kg/m^3) için 0,13 W/mk, dik yongalı levhalar (700 kg/m^3) için 0,17 W/mk, sert ve orta sert odun lifi levhalar için yoğunluk oranlarına göre 600 kg/m^3 için 0,13 W/mk, 800 kg/m^3 için 0,15 w/mk, 1000 kg/m^3 için 0,17 w/mk olarak bildirilmiştir.

Bu veriler incelendiğinde, tez kapsamında üretilen levha taslağının ısıl iletkenlik değerinin oldukça düşük olduğu ve diğer ahşap esaslı malzemelere göre ısıyı daha iyi yalıtıldığı söylenebilir.

4.4. KİMYASAL ÖZELLİKLERE AİT BULGULAR

4.4.1. Formaldehit Salınımı

Levha taslağının formaldehit salınım derecesi, TS EN 717-2 (1999) No' lu Ahşap esaslı levhalar – Formaldehit ayrışması tayini – Bölüm 2: Gaz analiz metodu ile formaldehit ayrışması başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir. İki adet 400 x 50 mm boyutlarında numuneyle gerçekleştirilen deneyde, formaldehit salınımı tayini spektrofotometrede tespit edilmiş, deneye ait bulgular ve levha taslağının formaldehit salınım sınıfı çizelge 4.11 de belirtilmiştir.

Çizelge 4.11. Levha Taslağına Ait Formaldehit Salınımı Ölçümleri

TEST 1					
	Spectro 1	Spectro 2	Ortalama	Minus Blank	Emisyon
	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>mg/m²/saat</i>
Kör Numune	0,065	0,065	0,065		
Çarptırıcı 1	0,490	0,490	0,490	0,425	6,816
Çarptırıcı 2	0,504	0,504	0,504	0,439	7,040
Çarptırıcı 3	0,434	0,434	0,434	0,369	5,918
Çarptırıcı 4	0,385	0,385	0,385	0,320	5,132
Ortalama Absorbans				0,376	
Ortalama Emisyon (mg/m²/saat)				<u>6,030</u>	<u>6,030</u>
TEST 2					
	Spectro 1	Spectro 2	Ortalama	Minus Blank	Emisyon
	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>Absorbans</i>	<i>mg/m²/saat</i>
Kör Numune	0,065	0,065	0,065		
Çarptırıcı 1	0,514	0,514	0,514	0,449	7,201
Çarptırıcı 2	0,512	0,512	0,512	0,447	7,169
Çarptırıcı 3	0,437	0,437	0,437	0,372	5,966
Çarptırıcı 4	0,389	0,389	0,389	0,324	5,196
Ortalama Absorbans				0,398	
Ortalama Emisyon (mg/m²/saat)				<u>6,383</u>	<u>6,383</u>
Test 1 ve Test 2 arasındaki fark (mg/m²/saat)				0,353	
<i>(fark 0.5mg/m²/saat den fazla ise 3. testi yapınız)</i>					

Çizelge 4.11 de iki deney numunesinden her biri için gerçekleştirilen gaz salınımına ait gaz yıkama şişelerinde tespit edilen değerler belirtilmiştir. Buna göre birinci numune için (test 1) kaydedilen en düşük formaldehit salınım miktarı 5,13 mg/m²/saat, en yüksek formaldehit salınım miktarı 7,04 mg/m²/saat ve numunenin ortalama formaldehit salınım miktarı 6,03 mg/m²/saat olarak tespit edilmiştir. İkinci numune için (test 2) kaydedilen en düşük formaldehit salınım miktarının 5,19 mg/m²/saat, en yüksek formaldehit salınım miktarının 7,20 mg/m²/saat ve numunenin ortalama formaldehit salınım miktarının ise 6,38 mg/m²/saat olduğu görülmüştür. Testler arası ortalama formaldehit salınım değerleri arasındaki fark 0,353 mg/m²/saat' dir. Tespit edilen bu fark 0,5 mg/m²/saat den fazla olmadığı için üçüncü test gerçekleştirilmemiştir. Bu veriler ışığında tez kapsamında üretilen levha taslağının formaldehit salınım miktarının 6,20 mg/m²/saat olduğu tespit edilmiştir.

TS EN 13986 (2007) No' lu, Yapılarda kullanılan ahşap esaslı levhalar – karakteristikler, uygunluğun değerlendirilmesi ve işaretleme başlıklı standartta, formaldehit sınıflarının tanımları yapılmıştır. Buna göre; E1 formaldehit sınıfı için gaz salınım değer aralığı: salınım ≤ 3,5 mg/m²h, E2 formaldehit sınıfı için gaz salınım değer aralığı ise 3,5 mg/m²h < salınım ≤ 8 mg/m²h olarak belirtilmiştir. Standarda göre levha taslağının formaldehit sınıfı E2' dir.

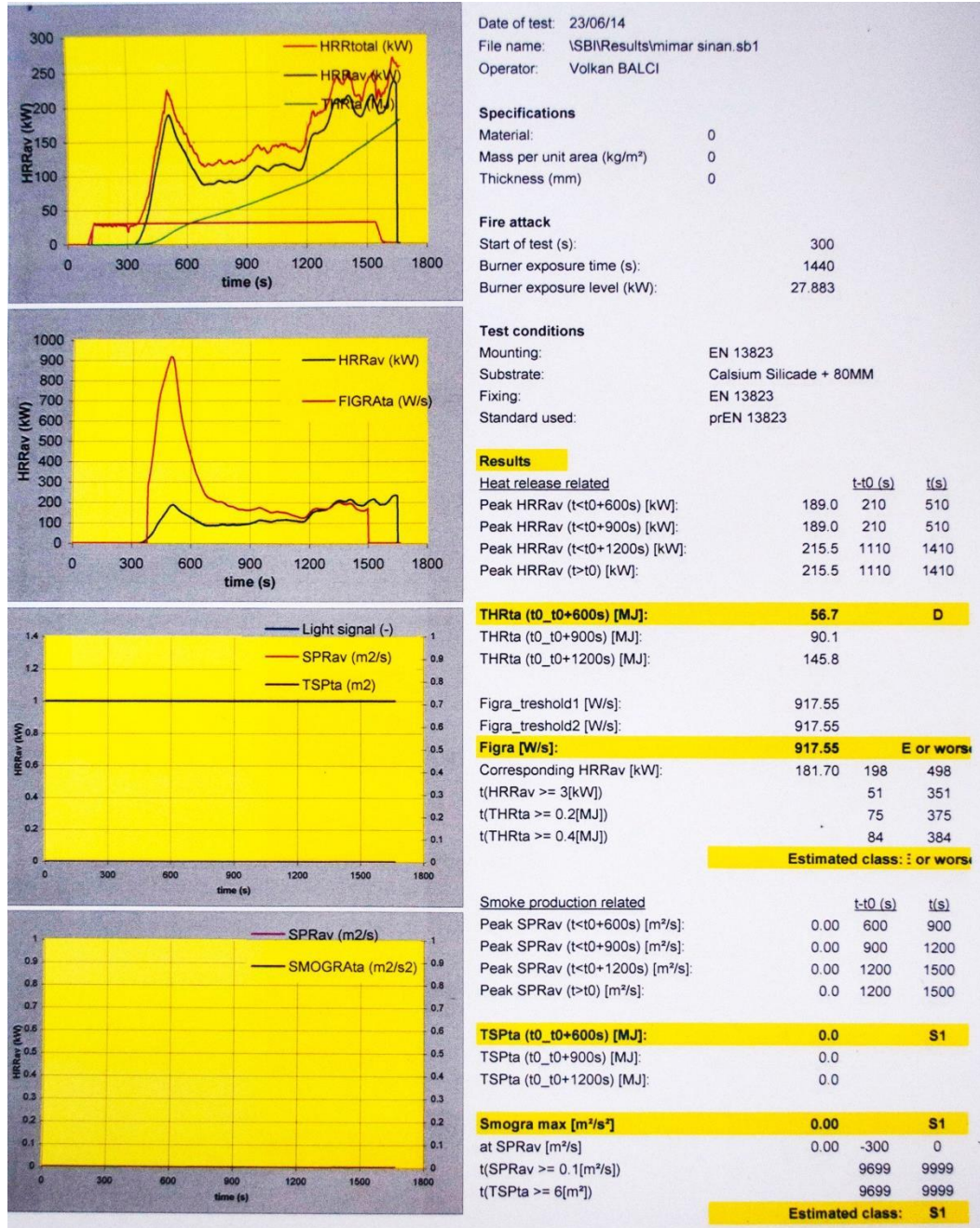
TS EN standartlarında, ahşap esaslı levhalar için genel gerekler altında levhaların formaldehit sınıfı için gerek özellik E1 veya E2 olarak belirtilmiştir. Buna göre levha taslağı formaldehit sınıfı bakımından standartları karşılamaktadır.

4.4.2. Yangına Mukavemet

Levha taslağının yangına mukavemet sınıfı, TS EN 13501-1 + A1 (2010) No' lu Yapı mamulleri ve yapı elemanları - Yangın Sınıflandırması – Bölüm 1: Yangın karşısındaki davranış deneylerinden elde edilen veriler kullanılarak sınıflandırma başlıklı standartta belirtilen esaslara göre belirlenmiştir.

TS EN 13823:2010 (2010) No' lu Yapı ürünleri için yangına tepki deneyleri-Tek bir yakma unsuru ile ısı etkiye maruz kalan-Döşemeler haricindeki yapı ürünleri başlıklı standartta belirtilen esaslara göre TSE İzmir EX laboratuvarında 2 adet 1500 x 1000 mm ve 2 adet 1500 x 500 mm boyutlarında numune kullanılarak gerçekleştirilen

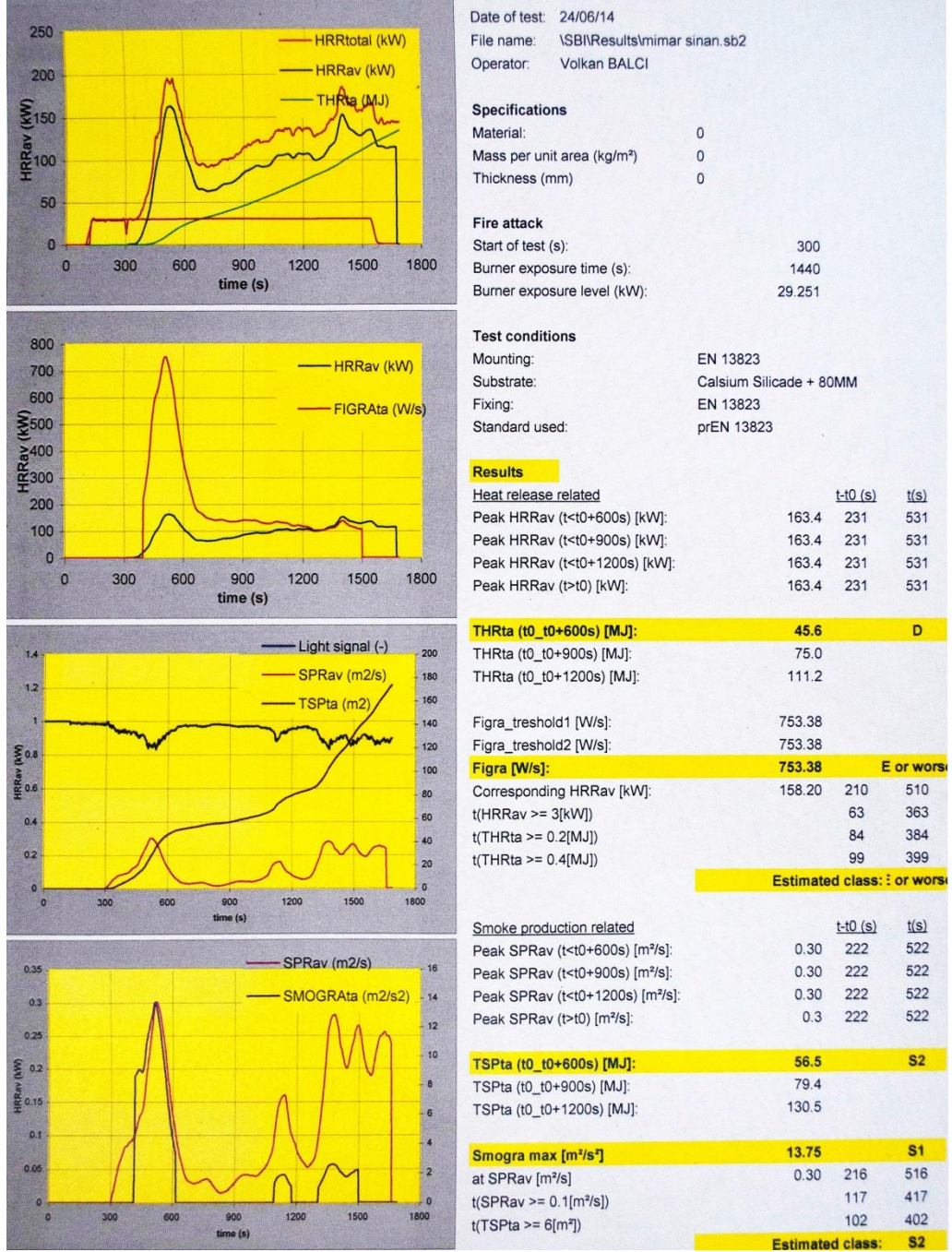
deneye ait bulgular, SBI test ünitesinde bilgisayar kontrollü olarak tespit edilmiş ve şekil 4.5 ile 4.6 da belirtilmiştir.



Şekil 4.5. Alev almayı geciktirici madde uygulanmadan teste tabi tutulmuş levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları

Şekil 4.5 deki değerler incelendiğinde, levha taslağının yanma sırasında açığa çıkardığı toplam ısı miktarı değeri (Total Heat Release – THR) 0+600 saniye aralığında 56,7 Mega Joul (MJ), 0+900 saniye aralığında 90,1 MJ ve 0+1200 saniye aralığında 145,8 MJ olarak kayıt edilmiştir. Bu verilere göre yanma deneyi esnasında birim zamandaki ısı artışı / yangın büyüme hızı (Fire Growth Rate – FIGRA) 917.55 olarak hesaplanmıştır.

TS EN 13501-1' e göre (2010), yangına mukavemet sınıfları, yangın büyüme hızı (Fire Growth Rate – FIGRA) değer aralıklarına göre; FIGRA = ≤ 120 ise sınıf B, FIGRA = ≤ 250 ise sınıf C, FIGRA = ≤ 750 ise sınıf D, FIGRA = > 750 ise sınıf E şeklindedir. Bu durumda levha taslağının yangına mukavemet sınıfı E'dir.



Şekil 4.6. Alev almayı geciktirici madde uygulanmış levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları

Şekil 4.6 daki değerler incelendiğinde, levha taslağının yanma sırasında açığa çıkardığı toplam ısı miktarı değeri (Total Heat Release – THR) 0+600 saniye aralığında 45,6 Mega Joul (MJ), 0+900 saniye aralığında 75 MJ ve 0+1200 saniye aralığında 111,2 MJ olarak kayıt edilmiştir. Bu verilere göre yanma deneyi esnasında birim zamandaki ısı artışı / yangın büyüme hızı (Fire Growth Rate – FIGRA) 753,38 olarak hesaplanmıştır.

İki deney seti arasındaki bulgular incelendiğinde, yüzey tabakasına (MDF tabakaya) yanmayı geciktirici solüsyon uygulanmış levha taslağının THR ve FIGRA değerlerinde iyileşmeler olduğu, FIGRA değerinin “D” yangın sınıfı sınırına yaklaştığı tespit edilmiştir.

TS EN 13986 (2007) No’ lu, Yapılarda kullanılan ahşap esaslı levhalar – karakteristikler, uygunluğun değerlendirilmesi ve işaretleme başlıklı standartta, ahşap esaslı levhalar için yangına mukavemet performans özellikleri, asgari yoğunlukları 600 kg/m^3 olan orta sert lif levhalar için D sınıfı, asgari yoğunlukları 400 kg/m^3 olan orta sert lif levhalar için E sınıfı olarak belirtilmiştir. Standarda göre; yoğunluk değeri 400 kg/m^3 ile 599 kg/m^3 aralığında bulunan orta sert lif levhalar için yangın sınıfı E olarak belirtilmiştir. Bu durumda tez kapsamında üretilen levha taslağının yangın sınıfı, standardı karşılamaktadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışma, iç mekân donatısında sıklıkla kullanılan orta yoğunluklu lif levha ve doğal bir malzeme olan mantar aglomere tabakalarıyla oluşturulmuş kompozit levha taslağının, donatı kurgusunda ahşap endüstrisinde kullanılan diğer levhalara alternatif olarak kullanımını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda, meydana getirilen tabakalı levha taslağına standart test yöntemleri uygulanmış ve elde edilen bulgular özelinde levha taslağının ahşap esaslı benzer levhalara alternatif olarak kullanımına yönelik sonuç ve öneriler belirtilmiştir.

Tez kapsamında üretilen tabakalı levha taslağının fiziksel özellikleri incelendiğinde, birim hacim ağırlığı değerinin, ahşap esaslı diğer levhalara göre düşük olduğu görülmüştür. Bu durumda, yeni levha taslağının mevcut ahşap ve ahşap esaslı diğer levhalara kıyasla daha hafif olduğu belirlenmiştir. Malzemede hafiflik, düşük nakliye maliyetleri açısından aranan bir özelliktir. Ayrıca son kullanıcıya ulaşan ürünlerin taşıma ve kurulum aşamaları düşünüldüğünde, hafif malzemelerle kurgulanmış ürünler, kullanıcı ve üretici açısından tercih sebebidir. Bu nedenle, muadillerine oranla daha hafif olan levha taslağının, ahşap endüstrisinde özellikle seri üretim yapan tesislerde kullanımının uygun olacağı öngörülmektedir.

Malzemelerin fiziksel özelliklerinin diğer bir belirleyicisi de rutubet muhtevasıdır. Ahşap esaslı malzemelerde, rutubet muhtevasının düşük değerlerde olması istenilen bir özelliktir. Düşük rutubet değerlerine sahip malzemeler, tamamlayıcı üst yüzey işlemlerinde iyi sonuçlar vermektedir. Ayrıca mekanik ve boyutsal özelliklerin stabilitesi yine düşük rutubet muhtevasına bağlıdır. Üretilen levhanın rutubet miktarı değeri incelendiğinde, ahşap endüstrisinde yaygın olarak kullanılan diğer ahşap esaslı levhalardan daha düşük değerde olduğu görülmüştür. Ayrıca, ilgili standartların belirttiği rutubet miktarı değer aralığında olduğu ve bu bakımdan da standartları karşıladığı anlaşılmıştır.

Tez kapsamında üretilen levha taslağında araştırılan bir diğer fiziksel özellik, malzemenin nemli ortamlardaki davranış şeklinin belirleyicisi niteliğindeki levha kalınlığına şişme değeridir. Levha taslağının 24 saat süreyle su içerisine daldırma işlemi sonrasında kalınlığına şişme oranının, standartlarda nemli ortamlarda kullanılacak levhalar için istenen gerek değerlerin altında olduğu anlaşılmıştır. Bu durumun malzemenin tabakalarını oluşturan mantar aglomereden kaynaklandığı söylenebilir. Mantar aglomere yapısı itibariyle gözenekli, bir başka deyişle boşluklu bir malzemedir. Bu özelliği ile tez kapsamında oluşturulan levha taslağına hafiflik özelliği kazandırmıştır. Ancak düşük yoğunluk değeri, malzemenin bünyesine su emme riskini de beraberinde getirmektedir. Her ne kadar üretilen malzeme piyasadaki muadillerine oranla yüksek şişme değerlerine sahip olsa da, TS EN 312 Yonga Levhalar – Özellikler başlıklı standartta nemli şartlarda kullanılan genel amaçlı yonga levhalar için belirlenen kalınlığına şişme değerine yakın bir sonuç vermiştir. Bu bakımdan banyo, mutfak vb. gibi nemli ortamlarda, üretilen levha taslağının kullanımı söz konusu olabilir.

Malzemelerin mekanik özellikleri incelendiğinde, eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü, malzemenin yük altındaki davranışının önemli bir belirleyicisidir. Bu bakımdan levha taslağının eğilme direnci değeri incelendiğinde, diğer ahşap esaslı levhaların eğilme direnci değerlerinin altında olduğu ancak TS EN 312’ de belirtilen genel amaçlı kullanılan yonga levhalar için istenen minimum değeri karşıladığı görülmüştür.

Üretilen malzeme, elastikiyet modülü açısından incelendiğinde, diğer ahşap esaslı levhalara göre oldukça düşük sonuç vermiştir. Genel anlamda, malzemenin yoğunluk değeri azaldıkça mukavemet değerlerinin de azaldığı bilinmektedir. Ancak bu durumun sebebi büyük ölçüde mantar aglomereden kaynaklanmaktadır denilebilir. Mantar malzeme genel olarak esnek yapıdadır. Bu özelliği gereği bünyesinde yer aldığı tabakalı levhanın da rijitlik değerini olumsuz yönde etkilemektedir. Ancak bu değer, tabakalı levhanın kurgusunda farklı malzeme takviyeleri yapılmak suretiyle desteklenebilir. Diğer taraftan tabakalı malzemenin eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerine, kullanılan tutkal türünün ve tabakaların oluşumunda kullanılan MDF nin de etkisi olabileceği gerçeği göz ardı edilmemelidir.

TS EN standartlarında genel amaçlı kullanılan yonga levhaların minimum elastikiyet modülü değeri 1600 N/mm^2 , 19 ila 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan lif levhalarda ise minimum 2100 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Diğer taraftan aynı standartta, yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı çok hafif MDF levhalarda elastikiyet modülü değeri; 12 mm ile 19 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda minimum 560 N/mm^2 , 19 mm ile 30 mm kalınlık değeri aralığında bulunan levhalarda ise minimum 510 N/mm^2 olarak belirtilmiştir. Levha taslağının eğilmede elastikiyet modülü ise $976,33 \text{ N/mm}^2$ ile standartların farklı levha tipleri için belirlediği değerler arasında kalmıştır.

Tez kapsamında üretilen levha taslağı tabakalı yapıdadır. Levha yüzeyine dik çekme (iç yapışma kalitesi), tabakaların birbirine bağlanmasında kullanılan tutkal ve tutkallama kalitesini belirleyen önemli bir mekanik özelliktir. Üretilen levha taslağında yapıştırıcı madde olarak poliüretan esaslı tutkal tercih edilmiştir. Dik çekme testi sonucunda tahribata uğramış numunelerin gözle gerçekleştirilen muayenelerinde, levha taslağında meydana gelen kopmaların, tabakaların birleşim noktasında gerçekleşmediği, tabakaları oluşturan mantar aglomerenin ya da MDF'nin kendi bünyesinde gerçekleştiği görülmüştür. Bu noktada, tabakaların birbirine yapıştırılmasında tercih edilen poliüretan esaslı tutkalın, istenilen yapışma özelliğini gösterdiği söylenebilir.

Diğer taraftan; levha taslağına uygulanan deney neticesinde elde edilen levha yüzeyine dik çekme değerleri incelendiğinde, levha taslağının dik çekme değeri, TS EN 312 no' lu standartta, kuru şartlarda kullanılacak yük taşıma amaçlı olmayan genel kullanım amaçlı levhalardaki dik çekme değerinin üstünde sonuç vermiştir. Üretilen levha taslağı hafiflik özelliğinin yanında, nitelikli iç yapışma yeteneği de göstermiştir.

Ahşap esaslı levhalardan üretilen sabit ve hareketli donatı elemanlarında birleştirmeler tutkallı veya tutkalsız olabilmektedir. Tutkalsız birleştirmeler, vida gibi mekanik bağlantı elemanlarının kullanımıyla mümkün olabilmektedir. Ancak malzeme türünün, vida tipinin ve çevresel şartların malzeme üzerinde gösterdiği etkilerin, vida tutma kabiliyetlerinde büyük ölçüde farklılıklar meydana getirdiği, gerçekleştirilen literatür çalışmalarından anlaşılmıştır.

TS EN standartlarında vida tutma direnci ile ilgili gerek değerler bildirilmemiştir. Bu durumda üretilen levha taslağının vida tutma direnci verileri, literatürde gerçekleştirilen çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Ancak bu karşılaştırmanın da ne derece doğru olduğunun sorgulanması gerekmektedir. Çünkü karşılaştırmalarda kullanılan vida ve deney yöntemi farklılıklarının, doğru değerlendirmelerin yapılabilmesine olanak tanımayacağı düşünölmektedir.

Yapılan karşılaştırma sonucunda levha taslağının vida tutma kabiliyeti, literatürde geçen diğer ahşap esaslı levhalarla karşılaştırıldığında düşük değer vermektedir. Bu durum levha taslağının çekirdek katmanında kontrplak gibi üstün mekanik özelliklere sahip tabakaların kullanılması ile geliştirilebilir.

Levhanın termik özelliklerinden ısı iletkenlik katsayısı, malzemenin ısıyı ne kadar ilettiğinin belirleyicisidir. Üretilen levha taslağının ısı iletkenlik katsayısı 0,09689 W/mk olarak tespit edilmiştir. Bu değer, standartların ahşap esaslı malzemeler için öngördüğü değerlerin oldukça altındadır. Bu durumda, oluşturulan levha taslağı, diğer ahşap esaslı levhalara göre ısıyı daha iyi yalıtılmaktadır. Levha kompozisyonunda yer alan mantar aglomere, beklendiği şekilde tabakalı levhaya ısı yalıtım özelliği kazandırmıştır. Ancak levha taslağı ısı yalıtım malzemesi sınıfına girmemektedir. Isı yalıtımının arandığı durumlarda destekleyici malzeme olarak kullanılabilir.

Tez kapsamında üretimi gerçekleştirilen levha taslağının formaldehit sınıfı E2 olarak tespit edilmiştir. Formaldehit ahşap endüstrisinde yaygın olarak kullanılan tutkalların içeriğinde yer alan kimyasal maddedir. Özellikle MDF üretiminde formaldehit yaygın olarak kullanılmaktadır. MDF ile üretilmiş donatı elemanları havaya formaldehit yaymaktadır. Bu salınım ısı ve nem yükselmesi ile doğru orantılı olarak artmaktadır. Ancak günümüzde formaldehit salınımının iç mekan hava kalitesine ve insan sağlığına olumsuz etkileri tartışılmakta, gaz salınımı düşük ürünler tercih edilmektedir. Standartta salınım değerleri E1 ve E2 olarak verilmekte, birçok Avrupa ülkesinde E1 sınıf ürünlerin kullanımını zorunlu hale getirilmektedir.

Formaldehit salınım tayini yapılmış levha taslağının formaldehit sınıfının belirleyicisi, yüzeylerde kullanılan MDF levhanın formaldehit derecesidir. Çünkü gaz salınımının tayin edildiği deneyde, numunelerin kenarları açık bir yer

kalmayacak şekilde alüminyum bant ile kaplanmıştır. Bu durumda kullanılan MDF' nin formaldehit sınıfı, aynı zamanda levha taslağının da formaldehit sınıfıdır denilebilir.

Levhanın yangına mukavemet sınıfı E olarak tespit edilmiştir. Standartta E sınıfı; önemli ölçüde alev yayılması olmayan, küçük bir alev atağı karşısında, kısa bir süre direnç gösteren mamuller olarak tanımlanmaktadır. Yapı malzemelerinden yanmaya karşı geç tepki göstermeleri beklenmektedir. Yanmaya karşı geç tepki gösteren ürün, yangın anında insanların tahliyesine veya yangının yayılmadan söndürülebilmesine olanak tanır. Standartlarda yangın sınıfları A1 ile F aralığında verilmiştir.

Levha taslağının yangına mukavemet değerlerine, kompozitin tabakalarını oluşturan malzemeler ve bu malzemelerin birbirine yapıştırılmasında kullanılan tutkal cinsinin etkisi oldukça büyüktür. Yanma sınıfı değerleri düşük MDF kullanımı veya kalori değeri düşük tutkal tercihi, levhanın yangına mukavemet değerlerinde iyileşme gösterecektir. Bu duruma örnek olarak, yüzeyine yanmayı geciktirici kimyasal tatbik edilmiş numune verilebilir. Numunenin yangına tepki değerlerinde ciddi düşüşler olmuştur. Diğer taraftan, levha taslağının kurgusunda dolgu görevi gören mantar tabakasının, levhanın yangına mukavemetini arttırıcı özelliğinin olduğu söylenebilir. Mantar tabakanın yanma esnasında hızla karbonlaşarak, arkasındaki tabakalara bir nevi kalkan görevi gördüğü deney esnasında gözlemlenmiştir.

TS EN standartlarında yoğunluk değeri 400 kg/m^3 ile 599 kg/m^3 aralığında bulunan orta sert lif levhalar için yangın sınıfı E olarak belirtilmiştir. Buna göre yoğunluk değeri $527,8 \text{ kg/m}^3$ olan levha taslağı, standartta belirtilen yoğunluk değeri arasındadır. Buna göre yangına mukavemet sınıfı, standartta belirtilen asgari değeri karşılamaktadır.

Sonuç olarak üretilen tabakalı levha taslağının fiziksel, mekanik, termik ve kimyasal özellikleri değerlendirildiğinde, genel olarak yonga levhaların kuru şartlarda kullanılan genel amaçlı levhalar için gerekleri karşıladığı söylenebilmektedir. TS EN 312' de (2012), yonga levhalar için “genel amaçlı kullanım” tanımı; mobilya ve donanımlar gibi, yük taşıyıcı olmayan uygulamaların tamamı şeklinde yapılmıştır. Bu tanıma göre levha taslağının iç mekan donatı kurgusunda levha olarak kullanılabilceği öngörülmektedir.

Levha taslağının fiziksel özelliklerinden birim hacim ağırlığı ve rutubet ihtivasi değerlerinin, endüstride kullanılan diğer ahşap esaslı levhalara göre daha üstün nitelikte olduğu, buna karşın mekanik özellikler bakımından düşük sonuçlar verdiği, ancak ileriki çalışmalarda farklı tutkal ve levha kombinasyonlarının düşük olan eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde iyileşmeler gerçekleştireceği söylenebilir.

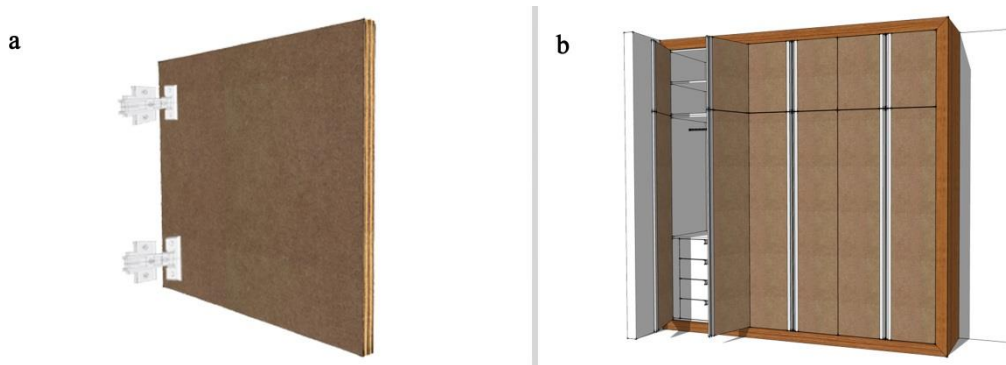
Tüm bu bilgiler ışığında, meydana getirilen yeni levha taslağının tasarımcılar tarafından iç mekan donatısında ne şekilde kullanılacağına yönelik öneriler, malzemeye ait teknik özellikleri tanımlayan çizelge ve çeşitli görsellerle desteklenmiş şekilde aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 5.1. Levha Taslağına Ait Teknik Özellikler

TEKNİK ÖZELLİKLER				
Özellikler		Standart	Birim	Kalınlık (mm)
				19
Fiziksel	Birim Hacim Ağırlığı	TS EN 323	kg/m ³	527,82
	Rutubet Miktarı	TS EN 322	%	5,07
	24 S. Kalınlığına Şişme	TS EN 317	%	15,6
Mekanik	Eğilme Mukavemeti	TS EN 310	N/mm ²	10,02
	Eğilmede Elastikiyet M.	TS EN 310	N/mm ²	976,33
	Dik Çekme	TS EN 319	N/mm ²	0,36
	Vida Tutma Direnci	TS EN 320	N	458,69
Termik	Isı İletkenlik Katsayısı	TS EN 12664	W/m.K	0,096
Kimyasal	Formaldehit Salınımı	TS EN 717-2	mg/m ² saat	6,2 (E2 sınıfı)
	Yangın Mukavemeti	TS EN 13823	W/s	917,55 (E sınıfı)

Levha taslağının iç mekan donatısında kullanımına yönelik öneriler şu şekilde sıralanabilir;

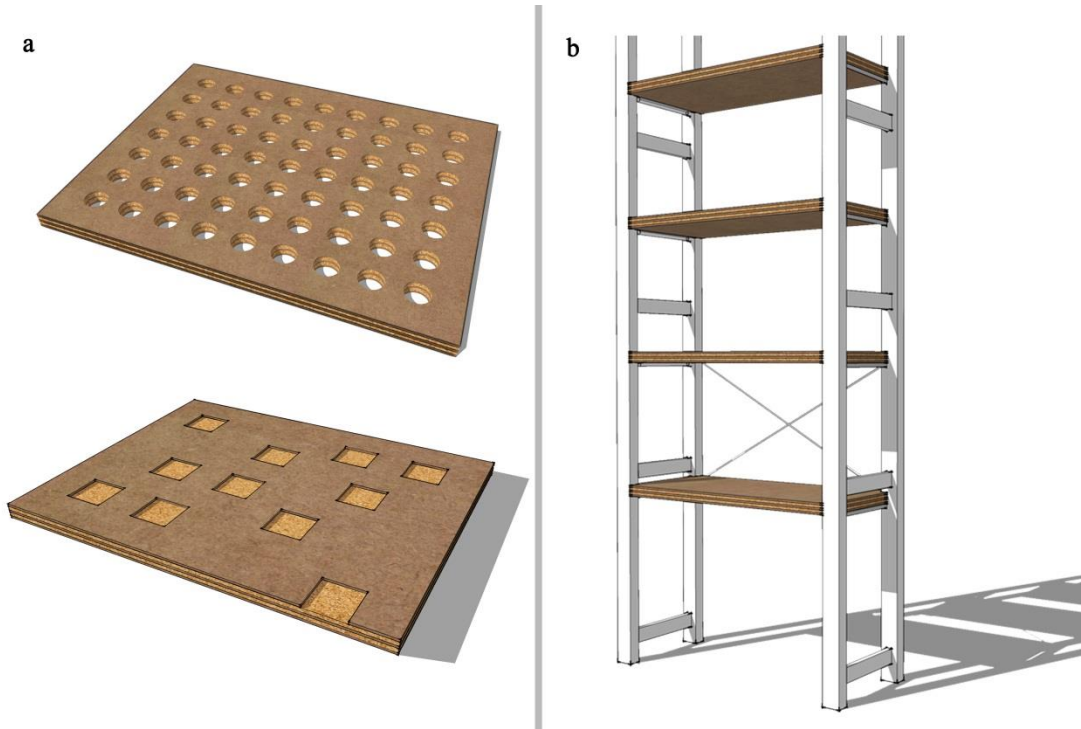
- Malzeme, hafiflik özelliği ile;
 - a. Donatı kurgusunda menteşeli, raylı vb. dolap kapakları veya kapı kanadı gibi hareketli parçalarda kullanılabilir (şekil 5.1). Böylelikle menteşe, ray, piston, makas vb. mekanizmaların maruz kalacağı yük azaltılarak, kapaklarda sarkma vb. durumların önüne geçilebilir, donatının daha uzun süre hizmet vermesi sağlanabilir.
 - b. Düşük mekanik özellikler gerektiren parçalarda (üzerine direk yük gelmeyecek uygulamalarda) kullanımı ile seri üretim mobilya ürünlerinin ürün başına toplam ağırlık değerleri azaltılabilir, böylelikle nakliye maliyetlerinin düşürülmesi sağlanabilir. De monte bir dolabın gövdesi dışında kapakları, dolap arkalıkları, varsa pervaz ve baza gibi parçaların bu malzemedan üretilmesi örnek olarak verilebilir (şekil 5.1).
 - c. Sahne dekoru, fuar standı vb. geçici uygulamalarda montaj kolaylığı sağlayabilir.
 - d. Dekoratif asma tavan paneli, duvar – kolon kaplamaları vb. giydirme uygulamalarında kullanılabilir. Böylelikle malzemeye altlık oluşturacak taşıyıcı karkasın maruz kalacağı yük azaltılarak, daha hafif konstrüksiyonların kullanımını sağlanabilir.



Şekil 5.1. Hareketli parça kullanımı (a), Dolabın parçalarında kullanımı (b).

- Düşük rutubet muhtevası ile malzemede çalışmalardan kaynaklanacak bozulmaların önüne geçilebilir. Böylelikle, lake boya, kaplama vb. üst yüzey işlemlerinde başarılı ve kalıcı sonuçlar elde edilebilir.

- Levha taslağının kesiti mekanik montaja uygun olmadığı için, bu tarz montaj gerektiren durumlarda levha yüzeyine dik uygulanacak bağlantı elemanları tercih edilmelidir.
- Malzemenin eğilme direnci ve elastikiyet modülü muadillerine göre düşük değerlerde sonuç vermiştir. Ancak genel kullanım amaçlı yonga levhalar için aranan gerek değerleri karşıladığı anlaşılan malzeme, masa tablası, raf gibi üzerine direk yük gelecek uygulamalarda da kullanılabilir (şekil 5.2).
- Levhanın akustik özellikleri araştırma kapsamı dışında bırakılmışsa da, boşluklu yapıdaki mantar malzemenin ses emici özelliğinin olduğu, yapılan literatür çalışmalarından anlaşılmaktadır. Bu bağlamda malzeme, üzerinde delikler açılmak veya yüzeyindeki mdf tabakanın yer yer boşaltılması şekliyle, akustik levha olarak da kullanılabilir. Malzemenin bu özelliği, araştırmacılar için ileri çalışmalara konu olacak niteliktedir (şekil 5.2).



Şekil 5.2. Akustik panel kullanımı örneği (a), Raf kullanımı örneği (b).

KAYNAKLAR

- Abdallah, F., B., Cheikh, R., B., Baklouti, M., Denchev, Z., Cunha, A., M.,** 2006. Characterization of Composite Materials Based on PP-Cork Blends, *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, **25(14)**,1499–506.
- Akbulut, T.,** 1999. Dünyada ve Türkiye’de MDF Endüstrisinin Genel Durumu, *Laminart Dergisi*, Ağustos-Eylül, Sayı 3.
- Alpacar, K.,** 1973. Mantar Meşesi, *Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, **20**, 55-69.
- Altınok, M., Söğütlü, C., Döngel, N.,** 1999. Üreformaldehid (UF) ile Modifiye Edilmiş ST10 Tutkalının Yapışma Direncinin Belirlenmesi. *Z.K.Ü. Karabük Teknik Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2/34(193-201).
- Altınok, M., Döngel, N., Söğütlü, C.,** 2000. Modifiye Edilmiş Polivinilasetat Dispersiyonu (VB20) Tutkalının Yapışma Direncinin Belirlenmesi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **13(2)**.
- Altınok, M.,** 2001. Tutkallar ve Tutkallama Teknikleri, Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Mobilya ve Dekorasyon Eğitimi Bölümü, Yüksek Lisans Ders Notları.
- Ana Brás, Márcio Leal A, Paulina Faria,** 2013. Cement-Cork Mortars For Thermal Bridges Correction Comparison with Cement-EPS Mortars Performance, *Construction and Building Materials Journal*, **49** (2013), 315–327
- Anonim, Franklin Glue Comp.,** 1989. Adhesive Trouble Shooting, Columbus, USA
- António, J., Moreira, A., Tadeu, A.,** 2013. Impact Sound Transmission Provided by Concrete Layers Incorporating Cork Granules, *Noise Control Engineering Journal*, **61**, 458–468
- Atar, M.,** 2006. Melamin Reçineli Kâğıtla Kaplanmış Yonga Levhanın Çeşitli Malzeme ve Tutkallarla Yüz Yüze Yapışma Direnci, *Politeknik Dergisi*, Ankara, **9-4**, 319- 324.
- Ayrılmış, N.,** 1999. MDF Üretim Teknolojisi, *Laminart Mobilya & Dekorasyon & Sanat & Tasarım Dergisi*, İstanbul, Ağustos-Eylül, Sayı 3.
- Barlow Cy, Ashby Mf.,**1989. Cork Dust Composites, *In: Proceedings of the 10th Riso International Symposium on Metallurgy And Materials Science: Materials Architecture*, Roskilde, Denmark, 275-281
- Bengtsson M, Stark NM, Oksman K.,** 2007. Durability and Mechanical Properties of Silane Cross-Linked Wood Thermoplastic Composites, *Composites Science and Technology Journal*, **67(13)**:27 28–38.
- Borges, J.G, Oliveria, A.G., Costa, M.A,** 1997. A Quantative Approach to Cork Oak Forest Management, *Forest Ecology and Management*, **97**: 223-229.

- Bozkurt, Y., Erdin N.**, 1989. Odunsu Lifler ve Tanımı, *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, **39(4)**:1
- Bozkurt, A. Y., Göker, Y.**, 1985, Yonga Levha Endüstrisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 263.
- Brás, A., Leal, M., Faria, P.**, 2013, Cement-cork mortars for thermal bridges correction. Comparison with cement-EPS mortars performance, *Construction and Building Materials*, **49**: 315–327
- Burdurlu, E.**, 1994. Ahşap Kökenli Kaplama ve Levha Üretim-Kullanım Teknolojisi, Hacettepe Üniversitesi, MTYU Basımevi, Ankara
- Çolakoğlu, G.**, 2001. Tabakalı Ağaç Malzeme Ders Kitabı, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi Yayınları, Trabzon, s:223
- De-Carvalho, R., Teixeira-Dias, F., Varum, H.**, 2013. Cyclic Behavior of A Lightweight Mortar with Cork Granulate Composite, *Composite Structures*, **95**: 748–755.
- Efe, H., Kasal, A.**, 2007. Çeşitli Masif ve Kompozit Ağaç Malzemelerin Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Belirlenmesi, *Politeknik Dergisi*, **10(3)**: 303-311.
- Erol, M.**, 2007. Karma Malzemeler (Kompozit Malzemeler), Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Eğitimi A.B.D., KYM 345 Ders Notları, 3. Bölüm, İzmir, s:21
- Eroğlu, H.**, 1994. Lif Levha Endüstrisi, K.T.Ü Yayınları, No: 45, Trabzon.
- Eroğlu, H., İstek, A., Usta, M.**, 2001. Buğday Saplarından (triticum aestivum l.) ve Saman-Odun Karışımı Liflerden Orta Yoğunlukta Lif Levha (MDF) Üretimi, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, **7(2)**: 305-311
- Ersoy, H. Y.**, 2001. Kompozit Malzeme, Literatür Yayıncılık, İstanbul
- Fernandes, E.M., Correlo, V.M., José, A.M., Chagas, J.F.M., Reis, R.L.**, 2011. Properties of New Cork–Polymer Composites: Advantages And Drawbacks As Compared With Commercially Available Fibreboard Materials, *Composite Structures*, **93**: 3120–3129
- Fernandes, E.M., Silva, V.M., Chagas, J.A.M., Reis, R.L.**, 2009. Cork–Polymer Composite (CPC) Materials and Processes to Obtain The Same, *WO2009072914-A1*, Amorim Revestimentos, SA
- Frihart, C.R.**, 2005. Wood Adhesion and Adhesives: Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Boca Raton, Florida: CRC Press, p:215-278
- Gerengi, H., Akçayb, Ç., Güler, C., Şahin, H.İ.**, 2012. Orman Ürünleri Endüstrisinde Kullanılan Fenol ve Melamin Formaldehit Tutkallarının Paslanmaz Çelik (AISI 316L) Korozyonuna Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, *Orman Fakültesi Dergisi*, **13**: 155-161
- Gil, A.M., Lopes, M., Rocha, J., Neto, C.P.**, 1997. A ¹³C Solid State Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopic Study of Cork Cell Wall Structure: The Effect of Suberin Removal, *International Journal of Biological Macromolecules*, **20-4**: 293-305.
- Gil, L.**, 2009. Cork Composites: A Review, *Materials*, **2**: 776-789.

- Gil, L., Moiteiro, C.**, 2003. Cork, *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley-VCH: Verlag, Germany, 157-162
- Gil, L., Silva, P.**, 2000. Cork Composites, *In ECCM9 - Composites: From Fundamentals to Exploitation*, Brighton, UK, 4-7.
- Gindl, W., Zargar-Yaghubi, F., Wimmer, R.**, 2003. Impregnation of Softwood Cell Walls with Melamine - Formaldehyde Resin, *Bioresource Technology*, **87**, 325–330.
- Güler, C.** 2001. Pamuk (*Gossypium hirsutum* L.) Saplarından Yonga Levha Üretimi Olanaklarının Araştırılması, *Doktora Tezi*, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü
- Güler, C., Özen, R., Kalaycıoğlu, H.**, 2001. Pamuk Saplarından Üretilen Yonga Levhaların Bazı Teknolojik Özellikleri, *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi*, **4-1**:99-108
- Güller, B.**, 2001. Odun Kompozitleri, *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, **A-2**: 135-160.
- Gündüz, G., Yılmaz, A.Z.**, 2005. Türkiye’de 16 Farklı Tesiste Üretilen Yonga Levhaların Teknolojik Özellikleri, *ZKÜ, Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, **7(8)**.
- Günsel, U.**, 2004. Türkiye Mobilya Endüstrisinde Kullanılan Temel Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Muğla Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Muğla.
- Gürtekin, A.**, 2007. Görsel Temsilin Mimarlıktaki Yeri Üzerine Bir Araştırma, *Yüksek Lisans Tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Gürtekin, A., Oğuz, M.**, 2002. Mobilya ve Dekorasyon Gereç Bilgisi Temel Ders Kitabı, Milli Eğitim bakanlığı Yayınları, İstanbul.
- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L.**, 1996. Forest Products and Wood Science, IOWA State University Press, p: 360–369.
- Huş, S.**, 1977. Ağaç Malzeme Tutkalları, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, No:242, İstanbul.
- ISO 818 (E)**, 1975. Fibre Building Boards; Definition; Classification, International Organization for Standardization, Switzerland.
- Kalaycıoğlu, H.**, 1991. Sahil Çamı Odunlarının Yonga Levha Üretiminde Kullanılması İmkanları, *Doktora Tezi*, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Kaya, F.**, 2004. Ana Hatları ile Yapıştırıcılar, Birsen Yayınevi, İstanbul
- Kim, S.A.**, 2011. Study on Cork-Based Plastic Composite Material, *Master's Thesis*, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA, USA.
- Král, P., Klémeck, P., Mishra, P.K., Rademacher, P., Wimmer, R.**, 2014. Preparation and Characterization of Cork Layered Composite Plywood Boards, *Bio Resources*, **9**: 1977–1985.
- Lança, M.C., Neagu, E.R., Silva, P., Gil, L., Marat-Mendes, J.**, 2006. Study of Electrical Properties of Natural Cork And Two Derivative Products, *Materials Science Forum*, 514-516: 940-944.

- Liu, J.**, 1997. Preparation of Urea-Formaldehyde Resin Modified With Polyvinyl Alcohol and Amylum, Xiangtion Mineral Institute, *Journal Ca Section*, China, p: 35-37.
- Mahlberg, R., Niemi, H.M., Denes, F., Rowell, R.M.**, 1998. Effect of Oxygen and Hexamethyldisiloxane Plasma on Morphology, Wettability and Adhesion Properties of Polypropylene and Lignocellulosics, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, **18**: 283-297.
- Min, K.S.**, 2014. Core Material for Sandwich Panel and Method for Manufacturing Same and Sandwich Panel Comprising Core Material, International Patent WO/2014/035073, 6 March.
- Moreira, A., António, J., Tadeu, A.**, 2014. Lightweight Screed Containing Cork Granules: Mechanical and Hygrothermal Characterization, *Cement and Concrete Composites*, **49**: 1–8.
- Nemli, G. Öztürk, İ. Aydın, A.**, 2004. Laminat Malzemeler, Kafkas Üniversitesi, *Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, Artvin, **1(2)**:55-60.
- Nunes, C.**, 2009. Impacto De Baixa Velocidade Em Estruturas Sandwich À Base De Cortiça, *Master's Thesis*, Universidade da Beira Interior, Covilhã, Portugal.
- Oran, B.**, 2012. Hindistan Cevizi (Cocos Nucifera L.) Odunu İle Üretilen Çapraz Yapıştırılmış Lamine Kerestelerin Bazı Teknolojik Özellikleri, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, *Yüksek Lisans Tezi*, Trabzon
- Örs, Y., Özen, R., Doğanay, S.**, 1998. Mobilya Üretiminde Kullanılan Ağaç Malzemelerin Vida Tutma Dirençleri, *Tr. J. Agriculture and Forestry*, **22**: 29-34
- Özalp, M., Atılgan, A., Esen, Z., Kaya, S.**, 2009. Kontrplaklarda Eğilme Direncine Tutkal Türünün Etkisi, Dumlupınar Üniversitesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, **18**: 99-104
- Özçiftçi, A., Özen, R., Altınok, M.**, 1997. Determine of Strength Join of Polimarin Adhesive in Boiling, Cold and Hot Water Conditions of Wooden Material, *Dünya Ormancılık Kongresi*, Antalya.
- Özen, R.**, 1978. Ağaç Malzeme Yapıştırıcı Malzemeleri, Kereste Endüstrisi Ders Notları, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Trabzon, 1–17
- Özsüt, H.M.**, 2009, Türkiye'deki Mantar Meşesi (Quercus Suber L.)'nin Ekonomik Öneminin Araştırılması, *Ormancılıkta Sosyo-Ekonomik Sorunlar Kongresi*, Şubat, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, s:425
- Panesar, D.K., Shindman, B.**, 2012. The Mechanical Transport and Thermal Properties of Mortar and Concrete Containing Cork Waste, *Cement and Concrete Composites*, **34**: 982–992.
- Pereira, H.**, 1992. The Thermochemical Degradation of Cork, *Wood Science and Technology*, **26**: 259-269.
- Pullar, R., Marques, P.**, 2014. Ecoceramics (Eco-Cerâmicas) Baseadas Em Cortiça, *Scientific Events Cork and Its Applications*, Porto, Portugal, 24 October
- Rosa, M.E., Fortes M.A.**, 1988. Temperature Induced Alterations of The Structure and Mechanical Properties of Cork, *Materials Science and Engineering*, **100**: 69-78.

- Rosa, M.E., Fortes, M.A.,** 1989. Effects of Water Vapour on Structure and Properties of Cork, *Wood and Fiber Science*, **23**: 27-34.
- Rosa, M.E., Fortes, M.A.,** 1991. Deformation and Fracture of Cork in Tension, *Journal of Material Science*, **26**: 341–348
- Rowell, R.M.,** 1995, Chemical Modification of Wood for Improved Adhesion In Composites, *In: Proceedings of Wood Adhesives*, USDA Forest service, Forest Products Society, Madison, Wisconsin.
- Sargianis, J., Kim, H.I., Suhr, J.,** 2012. Natural Cork Agglomerate Employed As An Environmentally Friendly Solution For Quiet Sandwich Composites, *Scientific Reports*, **2**: 403
- Schmidt, R.G.,** 1998. Aspect of Wood Adhesion: Application of 3C CP/MAS NMRA and Fracture Testing, *Doctorate Thesis*, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia
- Seavey, K.C., Ghosh, I., Davis, R.M., Glasser, W.G.,** 2001. Continuous Cellulose Fiber Reinforced Cellulose Ester Composites: I. Manufacturing Options, *Cellulose*, **8(2)**: 149-159.
- Shen, J.,** 1997. Developpment of Urea-Formaldehyde Adhesive, North China Engineering Institute, *Journal Ca Section*, Taivan, p:37.
- Jones, M. J.,** 1999. Mechanics of Composite Materials, Taylor and Francis, Philadelphia
- Suh, J.S.,** 1989. A Study on the Wood Adhesion Technigues for Furniture Use, Research Reports of the Forestry Research Institute Report, Seoul, **13(39)**:24-31
- Şahin, Y.,** 2006. Kompozit Malzemelere Giriş, Seçkin Yayıncılık, Ankara
- Şen F.,** 2006. [60°/-60°]S ve [60°/-60°]2 Oryantasyona Sahip Delikli ve Tabakalı Termoplastik Kompozit Plaklarda Uniform Sıcaklık Altında Meydana Gelen Isıl Gerilmelerin Analizi, *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, **10(2)**:249-254
- Tadeu, A., Moreira, A., António, J., Simões, N., Simões, I.,** 2014. Thermal Delay Provided by Floors Containing Layers That Incorporate Expanded Cork Granulate Waste, *Energy Building*, **68**: 611–619.
- TS 61-1 EN 622-1,** 2005. Lif Levhalar – Özellikler, Bölüm 1: Genel özellikler, TSE, Ankara
- TS 825,** 2009. Binalarda Isı Yalıtım Kuralları, TSE, Ankara.
- TS EN 64,** 1963. Odun Lifi Levhaları-Tanım ve Sınıflandırma, TSE, Ankara.
- TS EN 310,** 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Eğilme Dayanımı ve Eğilme Elastikiyet Modülünün Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 312,** 2012. Yonga Levhalar – Özellikler, TSE, Ankara.
- TS EN 317,** 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar - Su İçerisine Daldırma İşleminde Sonra Kalınlığına Şişme Tayini, TSE, Ankara.
- TS EN 319,** 1999. Yonga Levhalar ve Lif Levhalar - Levha Yüzeyine Dik Çekme Dayanımının Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 320, 1999. Lif Levhalar - Vida Tutma Kabiliyetinin (Mukavemetinin) Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 322, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Rutubet Miktarının Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 323, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Birim Hacim Ağırlığının Tayini, TSE, Ankara.

TS EN 326-1, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar-Numune Alma Kesme ve Muayene Bölüm 1: Deney Numunelerinin Seçimi, Kesimi ve Deney Sonuçlarının Gösterilmesi, TSE, Ankara.

TS EN 622-5, 2011. Lif Levhalar - Özellikler - Bölüm 5: Kuru İşlemlerle Levhalar (MDF) İçin Gereklere, TSE, Ankara.

TS EN 717-2, 1999. Ahşap Esaslı Levhalar - Formaldehit Ayrışması Tayini - Bölüm 2: Gaz Analiz Metodu İle Formaldehit Ayrışması, TSE, Ankara.

TS 5430 EN 204, 2001. Yapısal Olmayan Uygulamalar İçin Termoplastik Ahşap Yapıştırıcıların Sınıflandırılması, TSE, Ankara.

TS EN 12664, 2001. Yapı Malzemeleri ve Mamulleri - Isıl Direncin, Korumalı Tabakalı Isıtıcı ve Isı Akı Ölçerinin Kullanıldığı Metotlarla Tayini - Isıl Direnci Orta ve Düşük Seviyede Olan Kuru ve Rutubetli Mamuller, TSE, Ankara.

TS EN 13501-1+A1, 2010. Yapı Mamulleri ve Yapı Elemanları - Yangın Sınıflandırması- Bölüm 1: Yangın Karşısındaki Davranış Deneylerinden Elde Edilen Veriler Kullanılarak Sınıflandırma, TSE, Ankara.

TS EN 13823:2010, 2010. Yapı Ürünleri İçin Yangına Tepki Deneyleri- Tek Bir Yakma Unsuru ile Isıl Etkiye Maruz Kalan - Döşemeler Haricindeki Yapı Ürünleri, TSE, Ankara.

TS EN 13986, 2007. Yapılarda Kullanılan Ahşap Esaslı Levhalar – Karakteristikler, Uygunluğun Değerlendirilmesi ve İşaretleme, TSE, Ankara

Winfield, P.H., Haris, A.F., Hutchinson, A.R., 2001. The Use of Flame Ionisation Technology to Improve The Wettability and Adhesion Properties of Wood, *International Journal of Adhesion and Adhesives*, **21**:107-114.

Yapıcı, A., Şahin, Ö., 2003. ([30,-30]2) Fiber Takviyeli Tabakalı Termoplastik Kompozit Levhalarda Delik-Kenar Arasında Oluşan Elasto-Plastik Gerilmeler, *Mühendis ve Makine*, Nisan 2003, Sayı 519

Yazıcı, M., Ülkü, S., 2003. İki Boyutlu Rasgele Dağılı E-Cam Lifi/Polyester Matris Kompozitlerde Yükleme Hızının Mukavemet Üzerine Etkisinin İncelenmesi, *Uludağ Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, **8(1)**.

Yıldız, K., Özgan, E., 2009. Farklı Ortamlara Maruz Kalan Bazı Ahşap Esaslı Levhaların Mühendislik Özelliklerinin İncelenmesi, *Teknik-Online Dergi*, **8(29)**.

İNTERNET KAYNAKLARI

URL-1, <http://www.realcork.org/> 3 Mayıs 2015

URL-2, <http://www.camsan.com.tr/urunler/mdf/mdf-teknik-bilgi/> 3 Mayıs 2015

URL-3,

http://www.kastamonuentegre.com.tr/images/uploads/belgeler/dcc7161dee0944ffae9c0e584841a6e7_18mmmdfteknikozellikler.pdf 3 Mayıs 2015

URL-4, http://www.kronospan.com.tr/mdf_hdf.php 3 Mayıs 2015

ÇİZELGE KAYNAKLARI

Çizelge 3.1. Mantar malzemenin teknik özellikleri

(Duplas A.Ş., 2015)

Çizelge 3.2. Levha taslağına uygulanan testler

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.1. Levha Taslağı Birim Hacim Ağırlığı Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.2. Levha Taslağı Rutubet Miktarı Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.3. Levha Taslağı Kalınlığına Şişme Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.4. Numunelere Ait Eğilme Mukavemeti Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.5. Eğilme Mukavemeti Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.6. Numunelere Ait Elastikiyet Modülü Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.7. Elastikiyet Modülü Değerlerine Ait İstatiksel Bulgular

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.8. Numunelere Ait Dik Çekme Dayanımı Ölçümleri ve İstatiksel Bulgular

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.9. Numunelere Ait Vida Tutma Direnci Ölçümleri ve İstatiksel Bulgular

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.10. Levha Taslağına Ait Isıl Direnç Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 4.11. Levha Taslağına Ait Formaldehit Salınımı Ölçümleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Çizelge 5.1. Levha Taslağına Ait Teknik Özellikler

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

ŞEKİL KAYNAKLARI

Şekil 2.1. Mantar meşesi hasadı (a)

<https://www.flickr.com/photos/38259434@N00/236733518/in/photostream/>

Mantar kabuğu örneği (b)

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 2.2. Mantarın hücresel yapısı (a)

<http://www.the-home-project.com/exploring-cork/>

Hücre yapısındaki birincil-ikincil duvarlar (b)

<http://www.nana-bio.com/e-learning/Meristem.htm>

Şekil 2.3. Farklı boyutlarda mantar granülleri (a-b)

<http://www.apcorkindustries.com/cork-granules.htm>

http://www.cgork.cn/En/pro_show.asp?Bigid=17&Smallid=0&id=79

Şekil 2.4. Zemin kaplama malzemesi olarak mantar (a)

<http://www.amcork.com/collections/samples>

Vitrin tasarımında mantar şişe tıplarının kullanımı (b)

<https://verbenasimpleliving.wordpress.com/2012/01/23/put-a-cork-in-it/>

Şekil 2.5. Katmanlı mantar üretimi (a)

<http://www.wineanorak.com/corks/makingtechnicalcorks.htm>

Rulo halde mantar üretimi (b)

<http://www.wineanorak.com/corks/makingtechnicalcorks.htm>

Şekil 2.6. Farklı düzeylerde kauçuk katkılı mantar örnekleri - NBR (a)

<http://www.akustiksungerfiyatları.org/kaucuk-mantar-levha-silte.html>

SBR (b)

<http://www.akustiksungerfiyatları.org/kaucuk-mantar-levha-silte.html>

Şekil 2.7. Lif Levhalar

<http://www.starwood.com.tr/Uploads/mdf1.png>

Şekil 2.8. Düşük yoğunluklu lif levhalardan örnekler (a-b)

<http://kronospan-express.com/kronodesign/Turkey/tr/products.html>

Şekil 2.9. Orta yoğunluklu lif levhalardan örnekler (a-b)

<http://yavuzhirdavat.com.tr/urundetay.php?urunid=60>

Şekil 2.10. Malzemede adezyon-kohezyon kuvvetleri (a)

<http://www.fordclubtr.com/forum/topic/241643-bant-yap%C4%B1%C5%9Ft%C4%B1rma/>

Malzemeye yapıştırıcı madde uygulanması (b)

<http://www.admer.com.tr/?kkk=Urunler&i=8&Name=Ah%FEap%20Yap%FD%FEt%FDr%FDc%FDlar>

Şekil 2.11. Lif takviyeli çimento levha örneği (a)

http://www.yapikatalogu.com/bitirme-isleri/levha/cimento-baglayicili-levha/kasimli-insaat-lif-takviyeli-cimento-levhalar_4021

Cam yünü takviyeli ahşap esaslı levha örneği (b)

<http://www.plasticstoday.com/articles/green-matter-woodforce-reaches-north-america-sets-sights-asia-too-061420131>

Şekil 3.1. Orta yoğunluklu lif levha ve mantar aglomere tabakalarıyla oluşturulmuş kompozit levha kompozisyonu

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.2. Levha Taslağı Kesim Şablonu

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.3. Tabakalı Levha Taslağının Hazırlanışı

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.4. Pres Aşaması

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.5. Pres Sonrası Gönyelenerek Üretimi Tamamlanmış Levha Taslağı

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.6. Levha taslağından deney numunelerinin alınması

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.7. İklimlendirme kabini

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.8. Hassas terazide ölçüm işlemleri ve kurutma fırını

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.9. Folyo bant ile yalıtılmış numunelerin gaz analiz cihazına yerleştirilmesi

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.10. TSE İzmir EX Lab. Yangına mukavemeti deney düzeneği ve test cihazları

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.11. Numune ölçme noktaları

(TS EN 323, 1999, syf.6)

Şekil 3.12. Birim hacim ağırlığı tayini ölçüm işlemleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.13. Desikatörde soğutulan numuneler

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.14. Desikatörde kalınlık tespiti yapılmış numunelerin suya daldırma öncesi ve daldırma sonrası görüntüleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.15. Eğilme mukavemeti testi deney düzeneği

(TS EN 310, 1999, syf.5)

Şekil 3.16. Eğilme mukavemeti ve eğilmede elastikiyet modülü testi

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.17. Dik çekme testi deney düzeneği ve numunelerin kopma anı ve sonrası görüntüleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.18. Vida tutma kabiliyetinin testi için numunelere açılan kılavuz delikleri, kullanılan vida, test öncesi ve sonrası numune görüntüleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.19. Korumalı tablalı ısı iletkenlik ölçüm cihazı ve deney düzeneği

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.20. Gaz analizi deney düzeneği

(TS EN 717-2, 1999, syf.7)

Şekil 3.21. Kenarları alüminyum bant ile kaplanmış deney numunesi

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.22. Gaz analiz cihazı ve deney düzeneği (a, b). Gaz yıkama şişelerinden 250 ml lik cam jojelere numunelerin nakli (c, d).

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.23. Erlene pipet yardımıyla amonyum asetat ve asetil aseton çözeltisi ilave edilişi (a). Erlene cam jojelerden sulu çözelti nakli (b). Isıtıcı su banyosuna yerleştirilmek üzere hazırlanmış 9 adet erlen (c). Isıtıcı su banyosu cihazı (d). 40°C lik suda 15 dakika boyunca bekletildikten sonra oluşan yeşilimsi sarı renkte çözelti (e). Spektrofotometre cihazı ve içine yerleştirilmiş absorban tayini yapılacak çözelti(f).

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.24. Numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 3.25. Yanmayı geciktirici solüsyon uygulanmış numunenin yangına tepki deneyi görüntüleri

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 4.1. Tez kapsamında üretilen levha taslağının eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü deneylerine ait grafik.

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 4.2. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzeye dik çekme deneyine ait grafik.

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 4.3. Tez kapsamında üretilen levha taslağının yüzey vida tutma kabiliyeti deneyine ait grafik

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşiv)

Şekil 4.4. Tez kapsamında üretilen levha taslağının ısı direnç deneyine ait grafik

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 4.5. Alev almayı önleyici madde uygulanmadan teste tabi tutulmuş levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 4.6. Alev almayı önleyici madde uygulanmış levha taslağının yangın sınıfı tayini deney bulguları

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 5.1. Hareketli parça kullanımı (a), Dolabın parçalarında kullanımı (b)

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

Şekil 5.2. Akustik panel kullanımı örneği (a), Raf kullanımı örneği (b)

(Mustafa Adil Kasapseçkin Arşivi)

ÖZGEÇMİŞ

Mustafa Adil Kasapseçkin, 1982 yılında Gaziantep'te doğdu. İlkokulu Akyol İlköğretim Okulu'nda okuduktan sonra Mehmet Adil Kasapseçkin İlköğretim okulunda orta öğretimini, Gaziantep Süper Lisesi'nde lise eğitimini aldı. 2000 yılında Çankaya Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümüne girdi. 2001 yılında İngilizce hazırlık okulunu tamamladıktan sonra, 2005 yılında bölüm birinciliği ile aynı bölümden mezun oldu. 2005-2007 yılları arasında modüler mutfak ve banyo mobilyası üretimi yapan MNS Mobilya İnşaat Dekorasyon Ltd. Şti. bünyesinde iç mimar / şirket ortağı sıfatlarıyla çalıştı. 2007-2008 yılları arasında İç Mimari Proje ve Uygulama yapan Grafos Maxarchi İç Mimari Yapı Ltd. Şti. bünyesinde iç mimar / kurucu ortak sıfatlarıyla çalıştı. 2008-2010 tarihleri arasında Ev Mobilyası ve Duvar Kağıdı uygulamaları yapan İndeka Mobilya ve İç Mimarlık Ltd. Şti. bünyesinde iç mimar / kurucu ortak sıfatlarıyla çalıştı. 2011 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nin Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak İç Mimarlık Anabilim / Anasanat dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Aynı yıl Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Mimarlık Fakültesi İç Mimarlık Bölümü'nde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaya başladı. 2012 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nin Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı İç Mimarlık Anabilim / Anasanat dalı yüksek lisans programından mezun olarak Yüksek İç Mimar unvanını aldı. Aynı yıl Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi'nin Fen Bilimleri Enstitüsüne bağlı olarak İç Mimarlık Anabilim dalında doktora programında eğitimine başladı. 2014 yılında doktora tez çalışması MSGSÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu tarafından kabul edilerek BAP Projesi kapsamında desteklendi. 2011 yılından bu zamana kadar MSGSÜ İç Mimarlık Bölümündeki görevine devam etmektedir.