T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
POLİMER MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

POLİMER AHŞAP KOMPOZİTLERİN MOBİLYA KENAR BANTLARININ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSMAİL BİLGİN DEMİRCİ

DANIŞMAN: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MEHMET ARİF KAYA

YALOVA
2022

T.C.
YALOVA ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
POLİMER MALZEME MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

POLİMER AHŞAP KOMPOZİTLERİN MOBİLYA KENAR BANTLARININ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İSMAİL BİLGİN DEMİRCİ

DANIŞMAN: DR. ÖĞRETİM ÜYESİ MEHMET ARİF KAYA

YALOVA
2022

ETİK BEYAN

Yalova Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez/Proje Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım "**POLİMER AHŞAP KOMPOZİTLERİN MOBİLYA KENAR BANTLARININ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**" başlıklı bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu bildirir, aksinin tespiti halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi taahhüt ve beyan ederim.

İmza

İsmail Bilgin DEMİRCİ

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca benden yardımlarını esirgemeyen, akademik anlamda bana her zaman destek olan ve doğru yolu gösteren sayın danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Arif KAYA'ya teşekkür ederim. Her zaman yanımda oldukları ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemedikleri için aileme teşekkür ederim.

Bu çalışmayı 2021/YL/0006 proje kodu ile destekleyen Yalova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü Birimine teşekkür ederiz.

Mayıs – 2022 İsmail Bilgin DEMİRCİ

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN i
ÖNSÖZ iii
İÇİNDEKİLER v
SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ vii
TABLOLAR LİSTESİ ix
ŞEKİLLER LİSTESİ xi
ÖZET xiii
ABSTRACT xv
1. POLİMERLER 1
1.1. Polimerlerin Tarihçesi 1
1.2. Polimerlerin sınıflandırması 3
1.2.1. Termoplastikler: 3
1.2.2. Termosetler: 3
1.3. Polimer Matrisli Kompozitler 3
1.3. Kompozitlerin Sınıflandırılması 4
1.4. Kompozitlerin Kullanım Alanları 4
1.4.1. Savunma Sanayi 4
1.4.2. Uzay Teknolojisi ve Havacılık Sektörü 5
1.4.3. İnşaat Sektörü 5
1.4.4. Otomotiv Sektörü 6
1.4.5. Sağlık Sektörü 6
1.4.6. Kompozitlerin Diğer Kullanım Alanları 7
1.5. Kompozitlerde Kullanılan Matrisler 7
1.6. Kompozitlerde Kullanılan Takviye Bileşenleri 9
1.7. Ahşap Polimer Kompozitleri 10
1.8. Mobilya Endüstrisinde Kenar Bantları 12
1.8.5. Mobilya Endüstrisinde Kenar Bantlamanın Önemi 13
1.8.6. Kenar bantlama İşlemi Uygulanan Levha Ürünleri 13
1.8.7. Yonga Levhalar. 14
1.8.8. Lif levhalar 14
1.9. Kenar Kaplama Malzemeleri 14
1.9.5. Melamin Reçineli Kenar Bantları 15
1.9.6. Polivinil Klorür (PVC) Bantlar 15

1.9.7. Folyolar 15
1.9.8. Yüksek Basınç Laminatları (HPL) 15
1.9.9. Masif Çıta 15
1.9.10. Ahşap Kaplama 16
1.9.11. Sıvı Kenar Kaplama Malzemeleri 16
2. DENEYSEL KISIM 17
2.1. Malzemeler 17
2.2. Yöntem 19
2.2.1. Ahşap Kompozitlerin Hazırlanması 19
2.2.2. Ahşap Kompozitlerden Kenar Bandı Numunelerinin Hazırlanması 22
2.2.3. Karakterizasyonlar 23
3. BULGULAR ve TARTIŞMA 29
3.1. Parlaklık Ölçümleri 29
3.2. Sertlik Ölçümleri 32
3.3. Cross Cut Yapışma Testi 35
3.4. Çizilme Direnci (3N) 36
3.5. Su Absorpsiyonu 37
3.6. Kimyasallara Dayanım 40
3.7. Renk Ölçümleri 41
3.8. Mekanik Özellikler 43
3.9. Soyulma dayanımı 45
4. SONUÇLAR 49
5. KAYNAKLAR 51
6. ÖZGEÇMİŞ 53

SİMGELER ve KISALTMALAR LİSTESİ

KISALTMALAR

H	: Hidrojen
C	: Karbon
Zr	: Zirkonyum
PP	: Polipropilen
PMMA	: Polimetilmetakrilat
PET	: Polietilen teraftalat
PEEK	: Polieter eter keton
PPS	: Polifenil sülfit
PEI	: Polieterimid
$MoSi_2$	: Molibden disilisit
TiAl	: Titanyum alüminit
Li_2O	: Lityum oksit
Al_2O_3	: Alüminyum oksit
SiO_2	: Silisyum oksit
SiC	: Silisyum karbür
Si_3N_4	: Silisyum nitrür
GPa	: Gigapaskal
MPa	: Megapaskal
PE	: Polietilen
HDPE	: Yüksek yoğunluklu polietilen
PVC	: Polivinil klorür
WPC	: Ahşap Plastik Kompozit
MDF	: Orta Yoğunluk Yonga Levha
EVA	: Etilen vinil asetat
HPL	: Yüksek basınçlı laminat
MA	: Maleik anhidrit
PP-g-MA	: Maleik anhidrit aşılı polipropilen
UV	: Morötesi
MFI	: Erik Akış İndisi

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1.5. Kompozitlerde kullanılan matrisler. 8
Tablo1.6. Seçilen takviye elemanlarının bazı mekaniksel ve fiziksel özellikleri 10
Tablo 2.1. polimer matrisi olarak kullanılan polipropilenin özellikleri 18
Tablo 2.2. Hazırlanan WPC örneklerine ait kodlamalar ve ağırlıkça % bileşim oranları. 21
Tablo 3.1. Hazırlanan WPC örneklerine ait parlaklık değerleri..... 31
Tablo 3.2. Hazırlanan WPC örneklerine ait Shore D sertlik değerleri..... 34
Tablo 3.3. Hazırlanan WPC örneklerinin Cross Cut yapışma test sonuçları. 36
Tablo 3.4. Hazırlanan WPC örneklerinin çizilme direnci test sonuçları..... 37
Tablo 3.5. Hazırlanan WPC örneklerinin su absorsiyon test sonuçları..... 39
Tablo 3.6. Hazırlanan WPC örneklerinin kimyasallara dayanım test sonuçları. 41
Tablo 3.7. PP ve talaş karışımı renk ölçüm sonuçları 42
Tablo 3.8. PP ve kalsit karışımı renk ölçüm sonuçları..... 42
Tablo 3.9. Farklı oranlarda PP, talaş ve 2 farklı uyumlaştırıcı karışımı renk ölçüm sonuçları 43
Tablo 3.10. Mekanik Özellikler 44
Tablo 3.11. Soyulma Dayanımı 46

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Etilenin polietilene dönüşümü. 1
Şekil 1.2. Savunma sanayi kullanım örneği 5
Şekil 1.3. Uçak yapımında ağırlıklı kullanılan malzeme çeşitleri 5
Şekil 1.4. İnşaat sektörü 6
Şekil 1.5. Otomotiv sektörü kompozit malzeme kullanımı 6
Şekil 1.6. Sağlık sektöründe kompozit malzeme kullanımı 7
Şekil 1.7. Levhaya ait kısımlar 12
Şekil 2.1. Titreşimli Elek 19
Şekil 2.2. Gülnar Marka Granül Ekstrüderi 19
Şekil 2.3. Weber Marka Levha Ekstrüderi 22
Şekil 2.4. Korona Cihazı. 22
Şekil 2.5. Glossmetre Cihazı 23
Şekil 2.6. Tronic Marka Shore D cihazı 23
Şekil 2.7. BYK Marka Cross Cut Yapışma Test Cihazı 24
Şekil 2.8. TQC Marka Çizilme Dayanımı Test Cihazı 24
Şekil 2.9. Devotrans Numune Kesme Presi 25
Şekil 2.10. Hazırlanan Numuneler 25
Şekil 2.11. Devotrans Çekme Test Cihazı 25
Şekil 2.12. Binder Marka Etüv 26
Şekil 2.13. Adam Marka Terazi 27
Şekil 3.1. 60° Parlaklık Değerleri Grafiği 32
Şekil 3.2. Shore D Sertlik Değerleri Grafiği 34
Şekil 3.3. Ağırlıkça % değişim grafiği 40
Şekil 3.4. % Kopma Uzama Grafiği 45
Şekil 3.5. Soyulma Dayanımı Grafiği 47

POLİMER AHŞAP KOMPOZİTLERİN MOBİLYA KENAR BANTLARININ PERFORMANS ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

ÖZET

Ahşabın işlenmesiyle yan ürün olarak elde edilen talaş, ağaç tozu ve fiber formdaki ürünlerin polimer yapısına uygun yöntemlerle plastiğin yapısına eklenmesi ile Ahşap Polimer Kompozitler (WPC) olarak isimlendirilen bir ürün grubu ortaya çıkmaktadır. Polimer ve ağacın her birinin ayrı ayrı gösterdiği performansla kıyaslandığında çok daha üstün özelliklerle karşılaşılmaktadır. Bununla birlikte WPC'ler düşük yoğunlukta oldukları için hafiflikleri, düşük maliyetleri ve atık maddelerin tekrar değerlendirilmeleri açısından çevreci bir ürün olarak karışımıza çıkmaktadır.

WPC'ler ilk olarak 1980'li yıllarda ABD de ticarileşmeye ve hayatımıza girmeye başlamışlardır. Ticarileşmeye başladığı ilk zamanlardan itibaren dış ortam (outdoor) uygulamalarıyla hayatımıza giren WPC'ler, çit, havuz kenarı döşemesi, veranda ve bahçe mobilyaları gibi uygulamalarda kullanılarak ahşaptan üretilen ürünlerdeki nispeten zayıf dayanıklılık özellikleri zaman içerisinde iyileşmiştir. Bununla birlikte atık olarak çıkan malzemelerden geri dönüştürülerek üretildikleri için çevreci yönleri ile de ön plana çıkmıştır.

Bu çalışmada WPC'lerin mobilya kenar bandı olarak üretilmeleri ve ihtiyaca uygunluk ya da ihtiyacı karşılama özellikleri incelenmiştir. Plastiğin yapısına farklı tip ve şekildeki ahşap kaynaklı dolguların ilave edilmesiyle elde edilen WPC'lerin üretim süreçlerindeki şartların belirlenmesi ve renk, yapışma kuvvetleri ve yüzey çizilme direnci gibi mobilya kenar bantları için öncelikli özelliklerin ayrıca yoğunluk değerleri, termal özellikleri ve maliyet gibi özellikler açısından incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar üretime uygunluk ve uygulanabilirlik özellikleri açısından ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ahşap Kompozit, Mobilya Kenar Bandı, Yapışma, Yüzey Sertliği

THE EFFECT OF WOOD-POLYMER COMPOSITES ONTO PERFORMANCE PROPERTIES OF FURNITURE EDGE BANDS

ABSTRACT

With the addition of sawdust, wood dust, and fiber-form products acquired as by-products of processing wood to the plastic structure using methods suitable for the polymer structure, a product category known as Wood Polymer Composites (WPC) emerges. When compared to the performance of each of the polymer and wood separately, WPCs shows much superior properties. WPCs, on the other hand, are an environmentally benign product due to their lightness, low cost, and ability to recycle waste materials due to their low density.

In the 1980s, WPCs began to be popularized and used in the United States. WPCs, which have been utilized in applications like as fences, poolside flooring, patio and garden furniture since their commercialization, have improved the comparatively weak durability features of products made of wood over time. However, because they are made from waste materials, they have gained prominence for their environmentalist qualities.

The use of WPCs as furniture edge bands was investigated in this study, as well as their appropriateness or capacity to meet the needs. The conditions in the production processes of WPCs obtained by adding various types and shapes of wood-based fillers to the plastic's structure, as well as priority properties for furniture edge bands such as color, adhesion forces, and surface scratch resistance, were investigated in terms of density values, thermal properties, and cost. The findings were given in terms of production suitability and applicability.

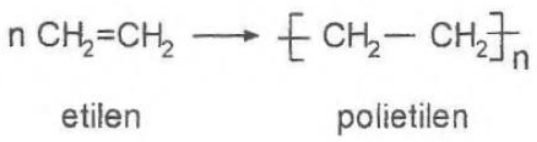
Keywords: Wood Polymer Composite, Furniture Edge band, Adhesion, Hardness, WPC

1. POLİMERLER

1.1. Polimerlerin Tarihçesi

Çok sayıda küçük molekülün (monomer) birbirleriyle düzenli bir şeklinde uygun kimyasal bağlar yaparak oluşturdukları yüksek molekül ağırlıklı makromoleküllere polimer denir. Polimerler genel olarak yapay ya da doğal olarak kaynaklarına göre 2 ye ayrılırlar. Doğal polimerler selüloz, doğal kauçuk, nişasta gibi doğal yollarla elde edilirler. Yapay polimerler ise laboratuvar ortamında monomerlerden sentezlenen ve endüstrinin birçok alanında kullanılan bileşiklerdir. Yapay polimerlere örnek; polietilen, polivinil klorür, polistiren olarak gösterilebilir. Doğal polimerlerin elde edilmesi ve işlenmesindeki zorluklar sebebiyle endüstri yapay polimerlere doğru kaymıştır.

Doğal polimerin kullanımı çok eskilere dayanmaktadır. Örneğin, Azteklerin doğal kauçuğu kullandıkları bilinmektedir [1].



Şekil 1.1. Etilenin polietilene dönüşümü.

Polimer bilimi 1800 lü yılların ortalarında Amerikalı Charles Goodyear'ın doğal kauçuğu işlemek için vulkanizasyon prosesini bulmasıyla başlamıştır. Daha sonra 1847 yılında Christian F. Schönbein selülozu nitrik asit ile reaksiyona sokarak ilk insan yapımı termoplastik olan selüloidi üretti. 1858 yılında Alman kimyacı Kekule'nin karbon atomunun dört farklı bağ yaptığı, çok sayıda karbon atomunun da birbirine bağlanarak uzun zincirli organik moleküller oluşturduğu teorisi ile polimer kimyasının temeli atılmış oldu. 1870 yılında Amerikalı mucit John Wesley Hyatt'ın bilardo topunda fildişi yerine bitki selülozundan yapılmış selüloidi kullanmasıyla polimer endüstrisi başlamış oldu. 1877 yılında selüloz nitrat sentetik iplik haline getirildikten sonra Rayon gibi sentetik iplikler de üretilmeye başlandı.

1909 yılında Amerikalı mucit Leo Baekeland, fenol türevini ısı ve basınç altında formaldehitle muamele ederek bakaliti buldu. Sert, kimyasallara ve ısıya dayanıklı bu madde elektrikli ev eşyaları ve makine parçaları yapımında geniş yer buldu. 1920

yılında Alman kimyacı Staudinger, polimerlerin, birbirlerinin tekrarı olan birçok zincirden oluştuğunu, onların elastikliklerinin ve kopma mukavemetlerinin de bu zincir yapılarından kaynaklanan çok büyük molekül ağırlıklarından ileri geldiğini gösterdi.

Daha ucuz, sağlam ve işlemesi kolay olan Nylon, 1937 yılında ipeğin yerini aldı.1930 lu yıllar, dokumada, boyada, ambalaj ve izolasyonda devrim yaratan polivinil klorür, poliüretan, teflon ve polistirenin üretimiyle sentetik polimerlerin altın yılları oldu.1930 ların sonu ve 1940 ların başında diğer önemli bir gelişme de sentetik kauçuk alanında görülen büyük çaplı üretimler oldu. Bu yıllarda bütadien esaslı iki yeni kauçuk üretildi.

Polimer teknolojisinde asıl çarpıcı gelişme 1950 li yıllarda sadece H ve C'dan oluşan, bol ve ucuz petrol türevlerinden elde edilen monomerler, özellikle de etilen ve propilen sayesinde başladı. Bunların polimerizasyonları istenmeyen bir şekilde çok yüksek basınç ve sıcaklık gerektirmekteydi. 1953 yılında Al – C bağları üzerinde çalışan Alman kimyacı Karl – Ziegler'in bulduğu Ti ve Zr gibi metal tuzlarının katalizörlüğü, daha düşük sıcaklık ve basınçlarda bu polimerizasyonların gerçekleşmesine imkân tanıdı. Ziegler'in keşfi üzerine, İtalyan kimyacı Giulio Natta benzer katalizörleri kullanarak polipropilenin sentezini gerçekleştirdi. 1963 yılında Ziegler ve Natta, bu buluşları ile Nobel ödülünü kazandılar.

Polimerleri kullanımına bakıldığında özellikle son 25 yılda en fazla kullanılan mühendislik malzemeleri haline geldiğini görürüz. Son 10 yıl içerisinde üretimi yapılan plastik miktarı çelik miktarını geçmiştir.

Nispeten hafif olmaları, üretimlerinin diğer malzemelere göre daha kolay olması ve korozyon dayanımının daha iyi olması gibi nedenlerden dolayı başta otomotiv endüstrisi olmak üzere havacılık ve uzay sanayi, beyaz eşya gibi sektörler başta olmak üzere kullanım alanlarını arttırmaktadır. Değişen teknoloji ile birlikte plastiklerin üretim yöntemleri de değişiklik göstererek mamül veya yarı mamül olarak yüksek yüzey kalitesinde şekillendirilebilmektedirler. Bu sebepten ötürü birçok işlem aşamasına gerek kalmamaktadır [2].

1.2. Polimerlerin sınıflandırması

Polimerler genel olarak iki ana sınıfa ayrılır;

1. Termoplastikler
2. Termosetler

1.2.1. Termoplastikler:

Isı ve basınçla elastiklik özelliklerini koruyan plastiklerdir. Isı ve basınçla defaten şekillendirilebilirler. Bu durum aynı mumum eritilip, şekillendirilip sonra tekrar başka bir şekle sokulmasına benzetilebilir. Termoplastiklerin ömürleri tamamıyla malzemeni yorgunluğuna bağlıdır. Termoplastikleri işleme sıcaklığı 50 ˚C ile 270 ˚C arasında değişiklik gösterebilir. Her plastiğin özel bir işleme sıcaklığı vardır. Bu sıcaklık plastiğin içerdiği katkılara göre değişiklik gösterebilir. Polimerler işleme sıcaklığından daha yüksek sıcaklıklara maruz kalırlarsa bozunabilirler. Bu sebeple işleme sıcaklığı iyi bir şekilde kontrol edilmelidir.

1.2.2. Termosetler:

Termoplastiklerin aksine sıcaklık ve basınçla şekillendirildikten sonra tekrar şekil verilemeyen plastiklerdir. Şekillendirme işleminde kimyasal değişim olduğu için plastiklik özelliğini yitirerek torna ve freze makinesinde işlenebilen sert bir madde haline gelirler [3].

1.3. Polimer Matrisli Kompozitler

Farklı yapıda ve özellikte iki ya da daha fazla malzemenin birbiri içerisinde mikroskobik olarak heterojen, makroskopik olarak homojen bir şekilde karışmasıyla oluşan yeni özellikteki malzemeler kompozit malzemeler olarak adlandırır. Kompozit üretimindeki amaç, tek başına uygun olmayan, birbiri içerisinde çözünemeyen malzemeleri kullanım alanlarına uygun özellikleri verebilecek duruma getirmek için yeni özellikler katmaktır.

Kompozit malzemeler matris, dolgu ve katkı maddeleri olmak üzere 3 ana bileşen içerir. Matris bileşeninin uygulanan yükü dolguya aktarmak, bileşenleri bir arada tutmak ve çevresel etkilerden korumak olmak üzere 3 görevi vardır. Kompozit malzemelerdeki dolgu bileşeninin görevi uygulanan yükü taşımak olduğu gibi

malzemenin yapısına sertlik ve dayanıklılık da katmaktır. Katkı maddelerinin görevi ise nihai ürüne istenilen özellikleri kazandırmak ve ürün performansını arttırmaktır [4].

Kompozit malzemelerin üretimi ile aşağıdaki özelliklerin bir ya da birkaçının geliştirilmesi amaçlanır.

1) Isıl ve akustik iletkenlik,

2) Yüksek mukavemet,

3) Kırılma tokluğu,

4) Korozyon dayanımı,

5) Yorulma dayanımı,

6) Yüksek sıcaklık dayanımı,

7) Aşınma dayanımı,

8) Estetik görünüm,

9) Üretim Maliyet,

10) Üretim kolaylığı,

11) Elektriksel özellikler,

1.3. Kompozitlerin Sınıflandırılması

1.Metal Matriks Kompozitler

2.Seramik Matriks Kompozitler

3.Polimer Matriks Kompozitler

4.Karbon-Karbon Kompozitler

5.Nano Kompozitler [5]

1.4. Kompozitlerin Kullanım Alanları

1.4.1. Savunma Sanayi

Kompozit teknolojisi ilerledikçe, zaman içerisinde savunma sanayisindeki kullanımı da artış göstermektedir. Kompozit malzemeler çok çeşitli bileşimlerle kendini

oluşturan bileşenlerden çok daha mukavim ve hafif bir hale getirilebildiği için bu sektörde çok önemli bir yer almaktadır. Kompozit malzemeler savunma sanayinde zırhlara uygulanıp kompozit zırhlar geliştirilmektedir.

Şekil 1.2. Savunma sanayi kullanım örneği

1.4.2. Uzay Teknolojisi ve Havacılık Sektörü

Kompozit malzemeler kendilerine en fazla havacılık sanayinde yer bulmaktadırlar. Havacılık sanayinde en geniş uygulama alanına sahiptir. Kompozit malzemelerin gerek hafiflikleri gerekse de çok üstün özellikleri sayesinde uçak, helikopter iç mekân ve yapısal malzeme üretiminde kullanılmaktadır.

Şekil 1.3. Uçak yapımında ağırlıklı kullanılan malzeme çeşitleri

1.4.3. İnşaat Sektörü

Farklı yapılara sahip olan kompozit malzemeler inşaat sektöründe kullanılmaktadır. Kullanılan malzemenin ömrü inşaat sektörü için çok önemli bir hale gelmektedir. Bu yüzden malzeme yapısı malzemenin kullanım koşullarına uygun üretilmelidir. Dış cephe kaplamaları, otobüs durakları, inşaatlarda kullanılan kalıplar, büfeler, soğuk

hava depoları birer kompozit malzeme uygulamalarıdır. Tasarımı, nakliyesi montaj aşaması nispeten kolay olmaktadır.

Şekil 1.4. İnşaat sektörü

1.4.4. Otomotiv Sektörü

Otomotiv sektöründe kompozit kullanımı aracın iskeletini daha hafif hale getirmek ve darbe dayanımını arttırmak içindir. Araç hafiflediği için hızlanma süresi ve yakıt veriminde kazanç elde edilmiş olmaktadır. Kompozit malzemeler sadece aracın iskeletinde değil aynı zamanda sileceklerde, spoilerde, dikiz aynasında vb. yerlerde kullanılabilir.

Şekil 1.5. Otomotiv sektörü kompozit malzeme kullanımı

1.4.5. Sağlık Sektörü

Kompozit malzemeler sağlık alanında ortopedide kırılan kemiklerin onarımı için bağlantı sistemi için, diş hekimliğinde dolgu ve destek malzemesi olarak lif ile mukavemet kazandırılmış epoksi reçinesi, ortodontin diş tedavisinde kullanılan teller cam lif ile güçlendirilmiş Nylon, PP ve PMMA dan imal edilmektedirler.

Şekil 1.6. Sağlık sektöründe kompozit malzeme kullanımı

1.4.6. Kompozitlerin Diğer Kullanım Alanları

- Robot Teknolojisi
- Kimya Sanayisi
- Elektrik-Elektronik Teknolojisi
- Müzik Aletleri Endüstrisi
- Gıda ve Tarım Sektörü
- Spor Malzemeleri İmalatı (yüksek atlama sırıkları, tenis raketleri, sörf, yarış tekneleri, kayak vs.) [6]

1.5. Kompozitlerde Kullanılan Matrisler

Kompozitlerin imalatında uygulamalarda beklenilen performans gereksinimlerini sağlamak maksatlı pek çok farklı matrisin kullanıldığı görülmektedir. Kompozitlerin imalatında görev alan matrisler Tablo 1.5 de verilmektedir.

Tablo 1.5. Kompozitlerde kullanılan matrisler [7].

Matris	**Alt Kategori**	**Örnekler**	**Uygulama**
Polimer	Termoset	Epoksi	Temel olarak uçak-uzay uygulamalarında
Polimer	Termoset	Doymamış poliester, vinil ester	Genel olarak otomotiv, denizcilik, kimya ve elektriksel uygulamalarda
Polimer		Fenolik	Katı kalıp bileşenlerinde
Polimer		Poliimidler	Yüksek sıcaklık (250 ˚C – 400 ˚C) uçak-uzay uygulamalarında
Polimer	Termoplastik	Alifatik poliamidler, poliesterler (PET), polikarbonatlar, poliasetallar	Süreksiz fiberlerle takviye edilerek enjeksiyon kalıplama ile üretilen parçalarda
Polimer		Aromatik poliamid, polieter eter keton (PEEK), polisulfon, polifenilen sülfit (PPS), polieter imid (PEI)	Sürekli fiberler ile birlikte orta yüksek sıcaklık uygulamaları için uygundur
Metal	Alaşımlar	Alüminyum ve alaşımları, titanium alaşımları, magnezyum alaşımları, bakır alaşımları, nikel-esaslı süperalaşımlar, paslanmaz çelikler	300 ˚C – 500 ˚C arasındaki uygulamalarda
Metal	İntermetalik	$MoSi_2$, TiAl	Yüksek sıcaklık uygulamalarında (~1200 ˚C)
Seramik	Cam ve cam seramikler	Li_2O-Al_2O_3 -SiO_2 (LAS)	1000 ˚C'ye kadar yüksek sıcaklık uygulamalarında
Seramik	Oksitler	Alümina, Zirkon, Müllit	1600 ˚C'ye kadar yüksek sıcaklık uygulamalarında
Seramik	Oksit olmayan seramikler	SiC, Si_3N_4	1400 ˚C'ye kadar yüksek sıcaklık uygulamalarında

1.6. Kompozitlerde Kullanılan Takviye Bileşenleri

Takviye bileşeninin en önemli ve temel görevi matris bileşenine takviye yaparak kompozitin yapısına dayanım ve mukavemet özellikleri kazandırmasıdır.

Kompozit malzeme üretilirken takviye bileşeni seçiminde;

- Yüksek elastik modül
- Yüksek dayanım
- Düşük yoğunluk
- Kimyasal uyum
- Üretim kolaylığı
- Isıl direnç gibi kriterlere göre incelenip seçilmelidir [8].

Kompozit imalatında kullanılan takviyelendirici malzemeler ve seçilen bazı özellikleri Tablo 1.6 da verilmektedir.

Tablo1.6. Seçilen takviye elemanlarının bazı mekaniksel ve fiziksel özellikleri [9].

Malzeme Cinsi	Yoğunluk (kg/m^3)	Elyaf çapı (µm)	Elastik modülü (GPa)	Çekme dayanımı (MPa)	Özgül elastik modülü ($GPa\text{-}m^3/kg$)	Özgül çekme dayanımı ($MPa\text{-}m^3/kg$)
E-camı	2500	12	70	1500-2000	0.0280	0.700
S-camı	2600	10	90	4600	0.0346	1.7692
Karbon (PAN)	1800	7-10	400	2000-2800	0.2222	1.3333
Karbon (YD)	1700	7-10	200	3000-3500	0.1176	1.9117
Karbon (Mesa-faz)	1900	7-10	220	3200	0.1157	1.6842
Basalt	2700	10-17	89	2800-4800	0.032	1.037-1.777
Bor	2600	140-160	400	3400	0.1538	1.3076
Al_2O_3 (FP)	3950	20	380	1400-2100	0.0962	0.4050
Al_2O_3	3300	3.0	300	2000	0.0909	0.6060
Al_2O_3/SiC	3100	10	206	1700	0.0664	0.5483
Silisy. Karbür	3200	1-50	480	7000	0.1500	2.1875
SiC (Nicalon)	2250	12	200	2500	0.0888	1.1111
Aramid fiber	1400	12	124	1379	0.08857	0.985
Kevlar-29	1400	12	62	3100	0.04428	2.2142

1.7. Ahşap Polimer Kompozitleri

Ahşap Kompozitler genelde ahşap tozu (talaş), uygun bir polimer (PP, PE veya PVC) ve gerekli ilave katkı karışımlarından ekstrüzyon yöntemi ile elde edilir. Ahşap kompozit, aslında ahşap gibi görünen plastik ile dayanıklılığı arttırılan ve dış ortamlar

da yaşanan dezavantajları da yok eden bir ürün olarak piyasada varlığını sürdürmektedir.

Ahşap Kompozit üretimi yapan firmalar genellikle %50 ahşap, %40 polimer ve %10 oranında çeşitli katkıları içeren bir bileşim kullanmaktadır. Tabii ki bu oranlar üreticiye ve uygulama alanlarına göre değişiklik göstermektedir. Mesela bazı üreticiler diğer alternatifler yerine HDPE kullanmaya tercih etmektedir.

Ahşap Kompozit ürünleri çürümeye, aşınmaya karşı yüksek dayanıklılık gösterir. Ürün içerisinde su almadığı için masif ahşaba göre daha dayanıklıdırlar. Ahşap Kompozit ürününde alet ve makinelerin kullanılarak şekillendirilebilmeleri sebebiyle hem kesilebilir hem de şekil verilebilir. Ağaca göre avantajlarından birisi de endüstriyel ürünler olarak üretilebiliyor olmasıdır. Bu ürünlere yay, oval, asimetrik ve geometrik şekiller de verilebilir. Ahşap Kompozit ürünlerine asla bakım gerekmez. Herhangi bir boyaya ihtiyaç duyulmadığı için istenilen renkte üretim yapılmaktadır.

Ahşap plastik kompozitler, orman ürünleri endüstrisinin önemli ve büyüyen bir bölümüdür. Bu endüstri segmenti, son on yılda yıllık olarak çift haneli yüzdelerde büyümüştür. Kuzey Amerika'da, WPC pazarına demiryolu ve zemin kaplaması ürünleri hâkim olurken, Avrupa'da otomotiv uygulamalarına daha fazla önem verilmiştir. Çin'de ve Asya'nın diğer bölgelerinde, WPC pazarı, paletler, kapılar ve mimari kalıplar dâhil olmak üzere daha geniş bir ürün yelpazesi ile birlikte önemli bir büyüme içindedir [10].

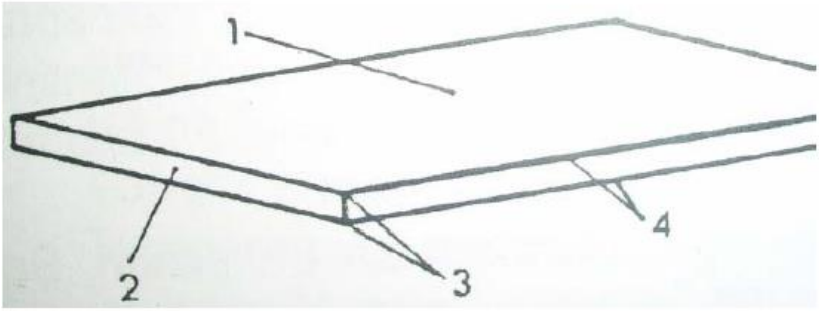
WPC’ler, 1970'lerde İtalya'da modern bir konsept olarak doğdu ve 1990'ların başında Kuzey Amerika'da popüler hale geldi. 21. yüzyılın başında Hindistan, Singapur, Malezya, Japonya ve Çin'e yayılmaya başladı. WPC'ler, Kuzey Amerika'da yaklaşık %18 ve Avrupa'da %14'lük ortalama yıllık büyüme oranı ile günümüz plastik endüstrisinin en dinamik sektörlerinden biridir. 1999 yılında 460 milyon pound WPC üretildiği bildirilmektedir. İstatistikler, 2001 yılında bu kompozitlerin üretiminin 700 milyon pound'a çıktığını göstermektedir. Plastik endüstrisi, plastiğin performansını değiştirmek için geleneksel olarak talk, kalsiyum karbonat, mika ve cam veya karbon fiberler kullanmıştır. Havacılık, otomotiv, inşaat veya ambalaj endüstrileri gibi önemli endüstriler, yeni kompozit malzemelerin geliştirilmesine büyük ilgi göstermiştir. Bunun bir örneği, cam veya Aramid lifleri gibi liflerin dolgu maddesi olarak bitki lifleriyle değiştirilmesidir. WPC terimi, genellikle bitki kaynaklı lifleri ve termoset

veya termoplastik bir matrisi içeren herhangi bir kompoziti ifade eder. Termosetler, bir kez kürlendikten sonra tekrar tekrar eritilemeyen plastiklerdir. Bunlar, orman ürünleri endüstrisinin en aşina olduğu plastikler olan epoksiler ve fenolikler gibi reçineleri içerir. Termoplastikler, tekrar tekrar eritilebilen plastiklerdir. Bu özellik, ahşap lifleri gibi diğer malzemelerin, kompozit bir ürün oluşturmak üzere plastikle karıştırılmasına izin verir. PP, PE ve PVC, WPC'ler için yaygın olarak kullanılan termoplastiklerdir ve şu anda bina, inşaat, mobilya ve otomotiv ürünlerinde çok yaygındır. WPC'ler normalde bitki lifini polimerle karıştırarak veya bir polimer matrisine dolgu maddesi olarak ahşap lifi ekleyerek ve yüksek basınç ve sıcaklık altında presleyerek veya kalıplayarak üretilir. Renklendiriciler, birleştirme ajanları, stabilizatörler, şişirme ajanları, takviye ajanları, köpürme ajanları ve yağlayıcılar gibi katkı maddeleri, nihai ürünün hedef uygulama alanına göre uyarlanmasına yardımcı olur [11].

1.8. Mobilya Endüstrisinde Kenar Bantları

Orman ürünlerinden üretilen, ahşap esaslı ya da direkt olarak ahşap malzemelerin nispeten daha dar olan yüzeylerinde delik – kanal açma, zımpara yapma ve en nihayetinde kaplama yapıştırma vb. gibi proseslerin tümüne ya da her birine kenar işleme denmektedir.

Bir ahşap esaslı levhanın kenar, köşe, geniş ve dar yüzeyleri aşağıdaki Şekil 1.7.' de gösterilmiştir.



Şekil 1.7. Levhaya ait kısımlar

Şekilde 1 numara ile gösterilen bölge geniş yüzeyi, 2 numara ile gösterilen bölge dar yüzeyi, 3 numara ile gösterilen bölge köşeyi ve 4 numara ile gösterilen bölge ise kenarı (Dar ve geniş yüzeyin kesişme yeri) ifade etmektedir.

1.8.5. Mobilya Endüstrisinde Kenar Bantlamanın Önemi

Ahşap levhaların kenar kısımlarındaki dar bölgelerin renk, parlaklık, desen, mukavemet özelliklerinin geliştirilmesi ve görsel olarak göze daha hoş gelen bir seviyeye ulaşması için kenar bandı ile kaplanması zorunludur. Kenarlar kaplandığında vida ve çivi tutmadaki mukavemeti de artmaktadır. Ayrıca kenarlar kaplandığında suya ve neme karşıda önlem alınmış olmaktadır.

Ahşap levhaların kenarlarının kenar bandı ile kaplanmaması halinde nem ve su sebebiyle birtakım olumsuz durumlar ortaya çıkabilir;

1- Ahşap levhanın su alarak kenarlarının şişmesi ve çürüyerek zamanla dağılması,

2- Su ya da nem alan kenarlarda başlayan renk farklılıkları,

3- Nemlenen kenarlarda küf oluşumu,

4- Nemlenen kenarlarda ahşap için zararlı mantar oluşumu,

1.8.6. Kenar bantlama İşlemi Uygulanan Levha Ürünleri

Gövdesi uygun genişlikte kusursuz ya da az kusurlu olan ağaçlardan kereste, kontrplak ve kaplama üretilmektedir. Ancak gövdesi çap olarak daha ince ve budak dal gibi kusurlu bölümleri bulunan ağaçlar ise daha çok yakacak olarak değerlendirilmekteydi. Dünyada ağaca olan ihtiyacın artması ve hammaddelerin de giderek azalması insanları yeni ürünler aramaya itmiştir. Teknolojinin de yardımıyla, söz konusu odunsu malzemelere daha farklı kullanım alanları bulunması ve bu hammaddelerden kerestenin ikamesi olarak kullanılabilecek yeni malzeme türlerinin üretilmesi konusunda yapılan çalışmalar sonucunda lif levha ve yonga levha gibi odun kökenli levhalar 20. yüzyılın ilk yarısında geliştirilmiştir.

Günümüzde yalnızca odunsu malzemelerden değil, keten, kamış, ay çiçeği sapları ve saman gibi diğer lignoselülozik malzemelerden de lif levha ve yonga levha üretilmektedir. Ayrıca, kereste, kaplama ve kontrplak fabrikaları ile diğer ağaç işleyen endüstrileri artıkları, lif levha ve yonga levha üretiminde değerlendirilebilmektedir.

Mobilya endüstrisinde, kenar bantlama işlemlerinde daha çok zemin malzemesi olarak yonga levha ve lif levhalar kullanılmaktadır.

1.8.7. Yonga Levhalar.

Yonga Levha, odun veya odunlaşmış lignoselülozik bitkilerin yongalarının, yapay reçine tutkalları ile karıştırılması, yüksek sıcaklık ve basınçta preslenmesi ile elde edilen malzemeye verilen isimdir. Türkiye'de bu ürünü ilk üreten markanın adı ile anılması sonucunda ismi Sunta olarak da bilinmektedir

Yonga levhaların standart kalınlıkları:

3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 18, 22, 25, 30, 35, 40, 45, 50 mm olmaktadır.

210 x 280 cm, 183 x 366 cm, 125 x 250 cm, 250 x 450 cm standart boyutlarda yonga levhalar bulunmaktadır.

1.8.8. Lif levhalar

Lif levha, termomekanik olarak odun veya diğer lignoselülozik hammaddelerden elde edilen liflerin, sentetik yapıştırıcı ilavesiyle belirli bir rutubet derecesine kadar kurutulduktan sonra oluşturulan levha taslağının sıcaklık ve basınç altında preslenmesiyle elde edilen bir üründür.

Lif levha ülkemizde MDF adıyla bilinmektedir. MDF yapısı itibariyle her noktasının homojen yoğunlukta olması, standart boyutlarda elde edilebilmesi, freze işlemlerindeki mükemmelliği, yüzey ve kenarlardan uygulanan vidaları iyi tutması nedeniyle daha sık tercih edilmektedir.

1.9. Kenar Kaplama Malzemeleri

Levhalar üretildikten sonra kenarlarına da kaplama işlemi yapılır. Kenar kısımlarında kullanılan kaplama malzemeleri çok çeşitli olabilir. Yüzeyi kaplanmış bir levhanın kenarlarına, kaplamadan önce veya sonra ağaç kaplama, melamin reçineli kenar bandı, lamine kenar bandı, kenar çıtası veya PVC kenar bantları kaplanabilir. Bu işlemler uygun tutkallarla gerçekleştirilebilir.

1.9.5. Melamin Reçineli Kenar Bantları

Melamin reçinesi genellikle ısı ve basınç altında lamine edilen ve daha sonra sunta üzerine yapıştırılan dekoratif kâğıdı doyurmak için kullanılır. 1950'lerin sonunda ve 1960'larda melamin kaplama mutfak ürünlerinde moda oldu. 130 – 170 gr/m² dekoratif kâğıda reçine emdirilmesi sonucu elde edilen kompozit malzeme, isteğe bağlı olarak 150 – 200 gr/m² EVA bazlı hot-melt tutkallı veya tutkalsız şekilde sunta ve MDF panellerin kenar kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. 2000 li yılların başından itibaren plastik kenar bantlarının piyasaya hâkim olmasıyla popülerliğini yitirmeye başlamıştır.

1.9.6. Polivinil Klorür (PVC) Bantlar

Plastik kenar bantları, halihazırda başka amaçlar için üretilmekte olan levhaların veya düz profillerin arka yüzeylerinin uygun bir kimyasal ile astarlanması ve ön yüzeyi ağaç desenli görünüm kazanacak şekilde baskı yapılması sonucu, levha üretim süreçleri içerisinde, geliştirilen bir üründür. Gelişen makine teknolojileri ile tam otomatik bantlama makineleri sayesinde diğer kenar bantlarının yerini plastikler almıştır.

1.9.7. Folyolar

Dekoratif ve estetik açıdan güzel görünen elastiki bir yapıya sahip yüzey kaplama malzemelerine folyo denir. Dekoratif folyolar Almanya başta olmak üzere Avrupa'da kullanılmaya başlanmıştır. Folyolarla yapılan işlemler son derece kolaydır. Sadece zımpara ve yapıştırılabilmeleri için ısıya ihtiyaç duyulur. Estetik açıdan görünüşleri kusursuz olmasının yanında fiziksel ve mekanik olarak da mukavemetleri yüksektir.

1.9.8. Yüksek Basınç Laminatları (HPL)

Yüzey kısımları HPL ile kaplanan sunta ya da MDF'lerin kenarlarının da HPL ile kaplanması yaygın bir durumdur. Hem geniş yüzeyleri hem de kenarları aynı malzeme ile kaplanan levhalarda renk ve desen uyumluluğu maksimumdur.

1.9.9. Masif Çıta

Kaplanacak sunta ya da MDF kenar kalınlığına göre hazırlanan masif çıtalar, kenar kaplama yapacak makine tipine göre 6, 8, 12, 20 ve 22 mm kalınlıklarında olmak üzere kaplama malzemesi olarak kullanılmaktadır. Masif çıta kenar kaplama malzemeleri

sunta ya da MDF'ye PVA (Polivinil Asetat), hot-melt, üre formaldehit tutkalları kullanılarak yapıştırılmaktadır.

1.9.10. Ahşap Kaplama

Kaplanma levhalarının kenar genişliğinde dilimlenmesi ile ortaya çıkan masif çıta ülkemizde bir dönem yaygın olarak kullanılmaktaydı. Yüzey kısmı ahşap kaplama ile kaplanmış sunta ya da MDF'lerin kenar kısımları da uygun ahşap kaplama ile kaplanmaktadır.

1.9.11. Sıvı Kenar Kaplama Malzemeleri

Kaplanacak sunta ya da MDF levhaları sıvı yüzey kaplama kimyasalları ile kaplanması sprey, fırça ya da rulo ile sürme yöntemiyle yapılmaktadır. Bu kimyasallar sıvı ve çok yüksek viskozdurlar [12].

2.DENEYSEL KISIM

2.1. Malzemeler

Ahşap kompozitlerin (WPC) hazırlanmasında polimer matrisi olarak Tablo 2.1. de özellikleri verilen Total PPC 3660 marka PP TECE Dekor A. Ş. den temin edildi. Ahşap işlemesi neticesinde atık olarak çıkan 150-700 mikron boyut aralığındaki MDF talaşı Hayal Mobilya firmasında temin edildi. Uyumlaştırıcı olarak kullanılan teknik saflıktaki maleik anhidrit (MA) Mikroteknik firmasından, Coache B1 kodlu maleik anhidrit aşılanmış polipropilen (PP-g-MA) Zirve Polimer firmasından temin edildi. Dolgu maddesi olarak 2-3 mikron boyut aralığındaki kalsit Nidaş Kalsit firmasından, üretilen WPC kompozit esaslı mobilya kenar bantlarının sunta ve MDF malzemelere yapıştırılmasına kullanılan astarı Jowat Firmasından, alifatik izosiyanat Safic-Alcan firmasından, kenar bantlarının boyanmasında kullanılan UV kürlemeli reçine Sirpi firmasından temin edildi.

Tablo 2.1. polimer matrisi olarak kullanılan polipropilenin özellikleri

Özellikler	**Metot**	**Birim**	**Değer**
MFI	ISO 1133	g/10 min	1,3
Akma Gerilme Mukavemeti	ISO527-2	MPa	24
Akma Noktasındaki Uzama Yüzdesi	ISO527-2	%	11
Çekme Modülü	ISO527-2	MPa	1300
Eğilme Modülü	ISO 178	MPa	1200
İzod Darbe Dayanımı (Çentikli)	ISO 180	kj/m²	
23 ˚C de			>50
-20 ˚C de			7
Çarpi Darbe Dayanımı (Çentikli)	ISO 179	kj/m²	
23 ˚C de			>50
-20 ˚C de			8
Rockwell Sertlik Değeri	ISO 2039-2		77
Erime Noktası	ISO 3146	°C	165
VICAT Yumuşama Sıcaklığı	ISO 306	°C	147
HDT	ISO 752	°C	90
Yoğunluk	ISO 1183	g/cm³	0,905
Yığın Yoğunluğu	ISO 1183	g/cm³	0,525

Temin edilen MDF talaşı öncelikle etüvde 120 °C de 24 saat süre ile kurutuldu, ardından boyut standardizasyonu için titreşimli elek (Şekil 2.1) yardımıyla boyutlandırıldı diğer malzemelere ilave bir işlem uygulanmaksızın temin edildikleri gibi kullanıldı.

Şekil 2.1. Titreşimli Elek

2.2. Yöntem

2.2.1. Ahşap Kompozitlerin Hazırlanması

Saf PP den ve farklı oranlarda ahşap talaşı/polimer bileşimlerine sahip örnekler Gülnar marka yan beslemeli çift vidalı ekstrüder ile granül formunda hazırlandı (Şekil 2.2)

WPC lerin hazırlanmasında ayrıca uyumlaştırıcı olarak saf maleik anhidrit ve PP aşılı maleik anhidrit de farklı oranlarda reçetelere dâhil edildi. Son olarak kenar bandı üretiminde dolgu olarak kullanılan farklı oranlarda kalsit içeren örnekler kıyaslamalı incelemeler yapabilmek adına hazırlandı.

Şekil 2.2. Gülnar Marka Granül Ekstrüderi

Ahşap kompozit örnekleri, 18 mm vida çapına sahip çift vidalı Gülnar marka ekstrüder (Şekil 2.2.) yardımıyla (L/D:15) hazırlandı. Ekstrüzyon vida hızı, 300 rpm'de sabit

tutuldu ve besleme bölgesinden çıkış bölgesine kadar kullanılan sıcaklıklar sırasıyla, 65°C, 175°C ve 195°C olarak sabitlendi.

Granül formunda toplam 24 adet, farklı içeriklere sahip WPC örnekleri hazırlandı. Hazırlanan örneklerin bileşimleri ve kodlamaları Tablo 2.2 de verilmektedir.

Tabloya bakıldığında her bir numunenin içeriğinin ağırlıkça ne olduğu bulunmaktadır. Buna göre;

Ürün kodlamasında kullanılan PP saf polipropileni, W bileşimdeki 140 mikron boyutundaki ahşap talaşını, M saf maleik anhidriti (MA), G maleik anhidrit aşılı polipropileni (PP-g-MA), K kalsiti ve W-2 ise 300-700 mikron boyut aralığındaki ahşap talaşını göstermek için kullanıldı.

Örneğin;

W20 kodlu örnek ağırlıkça %80 oranında PP ve %20 oranında 140 mikron boyutundaki ahşap talaşı,

W20M3 kodlu örnek ağırlıkça %77 oranında PP, %20 oranında 140 mikron boyutundaki ahşap talaşı ve %3 oranında maleik anhidrit,

W20G5 kodlu örnek ağırlıkça %75 oranında PP, %20 oranında 140 mikron boyutundaki ahşap talaşı ve %5 oranında maleik anhidrit aşılı polipropilen,

PPK20 kodlu örnek ağırlıkça %80 oranında PP ve %20 oranında kalsit,

W20-2 kodlu örnek ağırlıkça %80 oranında PP ve %20 oranında 300-700 mikron boyut aralığındaki ahşap talaşı,

W20-2-M3 kodlu örnek ağırlıkça %77 oranında PP, %20 oranında 300-700 mikron boyut aralığındaki ahşap talaşı ve %3 oranında maleik anhidrit, ve

W20-2-M5 kodlu örnek ağırlıkça %75 oranında PP, %20 oranında 300-700 mikron boyut aralığındaki ahşap talaşı ve %5 oranında maleik anhidrit aşılı polipropilen

içermektedir.

Tablo 2.2. Hazırlanan WPC örneklerine ait kodlamalar ve ağırlıkça % bileşim oranları.

Kod	PP (%)	MA (%)	PP-g-MA (%)	Talaş (140 mikron) (%)	Talaş (300 - 700 mikron aralığı) (%)	Kalsit (%)
PP	100	0	0	0	0	0
W20	80	0	0	20	0	0
W30	70	0	0	30	0	0
W40	60	0	0	40	0	0
W20M3	77	3	0	20	0	0
W30M3	67	3	0	30	0	0
W40M3	57	3	0	40	0	0
W20M5	75	5	0	20	0	0
W30M5	65	5	0	30	0	0
W40M5	55	5	0	40	0	0
W20G5	75	0	5	20	0	0
W30G5	65	0	5	30	0	0
W40G5	55	0	5	40	0	0
PPK20	80	0	0	0	0	20
PPK30	70	0	0	0	0	30
PPK40	60	0	0	0	0	40
W20-2	80	0	0	0	20	0
W30-2	70	0	0	0	30	0
W20-2-M3	77	3	0	0	20	0
W30-2-M3	67	3	0	0	30	0
W20-2-M5	75	5	0	0	20	0
W30-2-M5	65	5	0	0	30	0
W20-2-G5	75	0	5	0	20	0
W30-2-G5	65	0	5	0	30	0

2.2.2. Ahşap Kompozitlerden Kenar Bandı Numunelerinin Hazırlanması

Elde edilen granül numuneleri Weber marka çift vidalı levha ekstrüderinde (Şekil 2.3.) 30 mm genişliğinde, 0,65 – 1,10 mm kalınlığında ve 10 m uzunluğunda kenar bandı formuna getirildi.

Şekil 2.3. Weber Marka Levha Ekstrüderi

İşleme esnasında çift vidalı levha ekstrüderinin (L/D:9), vida hızı, 25 rpm'de ve besleme bölgesinden çıkış bölgesine kadar kullanılan sıcaklıklar sırasıyla, 85°C, 185°C ve 195°C olarak sabitlendi.

Yapışma testlerinin gerçekleştirilmesi için hazırlanan kenar bantlarının altına astar (primer), üstüne ise boya uygulanacağı için yüzey enerjisinin arttırılması amacıyla Korona cihazı (Şekil 2.4.) ile korona yüzey işlemi yapıldı ayrıca elde edilen numunelere baskı ve lak uygulaması yapıldı.

Şekil 2.4. Korona Cihazı.

2.2.3. Karakterizasyonlar

Hazırlanan ürünlerin;

Görselliği ve parlaklık değerlerinin tespiti için Rhopoint marka Glossmetre cihazından (Şekil 2.5) yararlanıldı, değerler ASTM D523 standardına uygun şekilde 20°, 60° ve 85° lik açılarda ve numunelerin 5 farklı noktasından alınan gerçekleştirilen ölçümlerin sonuçları, değerlerin ortalaması şeklinde verildi.

Şekil 2.5. Glossmetre Cihazı

Sertlik değerleri Tronic marka Shore D cihazı (Şekil 2.6) ile ASTM D2240 standardına göre numunelerin 5 farklı noktasından alınan ölçümlerin sonuçları, değerlerin ortalaması şeklinde verildi.

Şekil 2.6. Tronic Marka Shore D cihazı

Yüzeye yapışma özelliklerinin tespiti için 15 er cm lik 24 adet numuneye gravür baskı ile boya ve koruyucu lak sürüldü. Ardından örnekler BYK marka Cross Cut Yapışma test cihazı (Şekil 2.7) kullanılarak teste tabi tutuldu, değerlendirmeler ASTM D3359 standardına göre gerçekleştirildi.

Şekil 2.7. BYK Marka Cross Cut Yapışma Test Cihazı

Çizilme dayanım özelliklerinin tespiti için TQC marka Çizilme Dayanım test cihazı (Şekil 2.8) kullanıldı, denemeler ASTM D3363 standardına uygun şekilde kalem ile 2,5 N kuvvet altında yüzeyden 5 kere olacak şekilde çizilme testi uygulandı.

Şekil 2.8. TQC Marka Çizilme Dayanımı Test Cihazı

Mekanik özelliklerinin tespiti için öncelikle kenar bandı formundaki örneklerden Devotrans marka press yardımıyla (Şekil 2.9) ISO 527 standardında belirtilen numuneler kesilerek hazırlandı. (Şekil 2.10) Ardından hazırlanan her örnekten 5 adet olacak şekilde numuneler Devotrans çekme test cihazında (Şekil 2.11.) ISO 527 standardına uygun olarak 90 mm/dak hızında çekme testi yapıldı, örneklerin mekanik özellik değerlerine ait sonuçlar tüm örneklerin ortalaması olarak verildi.

Şekil 2.9. Devotrans Numune Kesme Presi

Şekil 2.10. Hazırlanan Numuneler

Şekil 2.11. Devotrans Çekme Test Cihazı

Suya karşı dayanımlarının belirlenmesi için Su Absorpsiyon testleri ASTM D570 standardına göre gravimetrik olarak tespit edildi. Bu işlem için öncelikle Binder marka etüvde (Şekil 2.12.) 100 °C de 4 saat süre ile kurutulan örneklerin kütleleri Adam marka 0,001 g hassasiyetli analitik terazi (Şekil 2.13.) ile tespit edildi. Ardından örnekler 100 °C deki 1000 mL lik su içinde 24 saat süre ile bekletildi. Hedeflenen süreye ulaşılınca örnekler sudan çıkarılarak kâğıt havlu yardımıyla kurulanarak analitik terazi yardımıyla ile son kütleleri tespit edildi. Aşağıdaki formüle göre örneklerin su absorbsiyon değerleri ağırlıkça yüzde şeklinde verildi.

$$\% \text{ Ağırlık değişimi} = \frac{(\text{İlk Ağırlık-Son ağırlık})}{(\text{İlk Ağırlık})} \times 100$$

Şekil 2.12. Binder Marka Etüv

Şekil 2.13. Adam Marka Terazi

En az 5 farklı bölgeden XRITE Ci7800 marka cihaz (Şekil 2.14.) kullanılarak tespit edilen renk uzayındaki L, a, b, değerleri yardımıyla WPC ürünler üzerindeki renklenme etkisi bulundu.

Şekil 2.14. XRITE Marka Spektrofotometre

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmanın odağında mobilya kenar bandı üretiminde kullanılan kalsit dolgu maddesinin ve renklendirmede görev alan çeşitli pigment ve boyar maddelerin hâlihazırda atık olarak değerlendirilen ahşap talaşı ile ikame edilmesi bulunmaktadır. Hedeflenen bu girişimde atık bir malzemenin işlevsel ve çevreci bir formda mobilya kenar bandının üretimine adapte edilmesi ithalat kalemlerinin azalmasına ve rekabetçi bir ürün imalatına imkân vermesi açısından oldukça önemlidir. Bu hedefe ilerlerken elde edilen ürünlerin mevcut sektörel normları başarı ile karşılaması gerektiği aşikârdır. Bu nedenle WPC esaslı mobilya kenar bantlarının sergilediği performanslar ilgili normlara uygunluk açısından değerlendirilecektir.

3.1. Parlaklık Ölçümleri

Mobilya kenar bantlarının taşıması gereken en önemli özelliklerden birisi de uygulama yapan sektör paydaşlarının kabul edeceği aralıkta bir parlaklık değerine sahip olmasıdır. Neticede uygulama yapılan MDF ve ahşap malzemeye koruma özelliği sağlamasının yanında estetik kaygıların da ön planda olacağı açıktır**.** Mobilya kenar bantlarında parlaklık yüzey bileşimine ve yüzeyinin pürüzlülüğüne bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Kenar bandının yüzey parlaklığının uygulanacak olarak sunta ya da MDF nin yüzeyine uygun parlaklıkta olması istenir. Parlaklık olması gerekenden farklı olursa ilave işleme gerek duyulabilir.

Tablo 3.1 de verilen numunelere ait parlaklık değerleri bu perspektiften incelendiğinde;

Saf PP den elde edilen parlaklık değerlerinin tüm örnekler içinde en yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir.

Uyumlaştırıcı içermeyen ahşap talaşı içeren numunelere bakıldığında artan ahşap talaşı miktarı ile parlaklık değerlerinde düşüş eğilimi olduğu görülmektedir. Ayrıca ahşap talaşının boyutundaki artışın yine parlaklık değerlerini daha aşağıya çektiği gözlenmektedir. Polimer matrisi olan polipropilenin sahip olduğu renk ve ışık yansıtma özelliğine kıyasla, ahşap talaşının miktarına ve boyutuna bağlı olarak sergilediği bu performans daha koyu renkli ve yüzey açısından daha yüksek pürüzlülüğe sahip olması ile açıklanabilir.

Saf PP den hazırlanan örneğin parlaklık değerleri diğerlerine göre daha yüksektir. Ölçüm sonuçlarından görüleceği üzere safsızlık arttıkça yüzey pürüzlülüğü de artmaktadır.

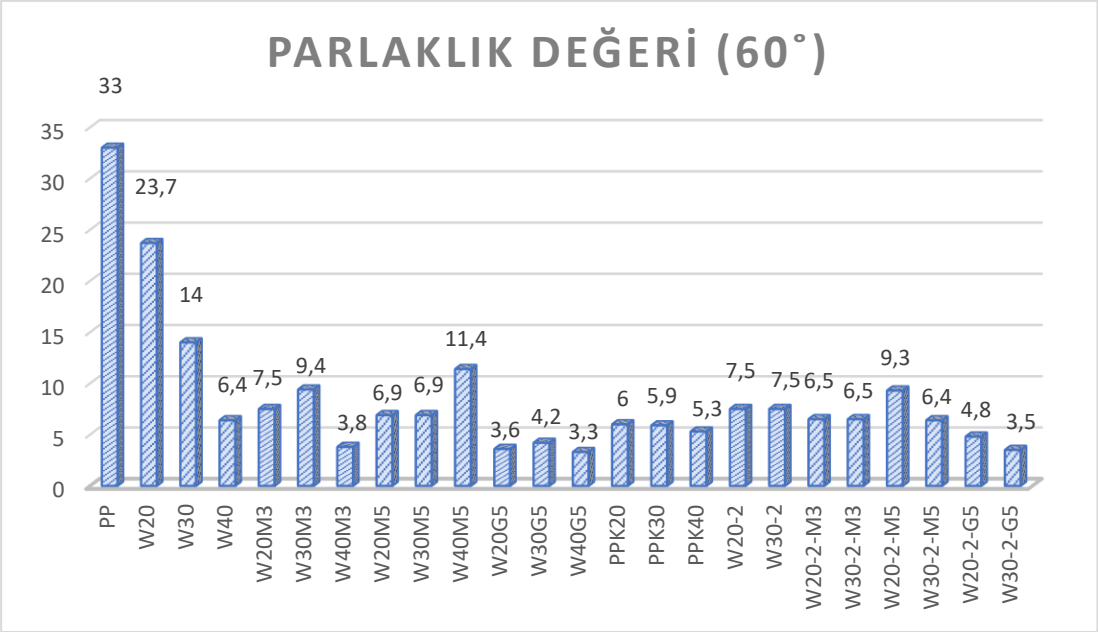
Ayrıca uyumlaştırıcı içeren örneklerin ise parlaklık değerlerinin benzer bileşimde ancak uyumlaştırıcı içermeyen örneklere kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum uyumlaştırıcı kullanımına bağlı olarak ahşap tozunun PP matris içinde daha homojen bir şekilde dağıldığı uyumlaştırıcı içermeyen örneklerde talaş tozunun numunenin içi kısmında tutuklu kalırken uyumlaştırıcı kullanılmasına bağlı olarak numune yüzeyine de eşit oranda dağılarak parlaklığı azaltması şeklinde açıklanabilir.

Uyumlaştırmada kullanılan maleik anhidrit aşılı polipropileni (PP-g-MA) içeren örneklerin parlaklık değerleri kendi içinde incelenirse (60° de) 3,5 ile 4,8 aralığında değerler olduğu görülmektedir. Bu değerlerde PP-g-MA ilave edilmeyen değerlere göre daha düşüktür.

Sonuç olarak hazırlanan WPC esaslı mobilya kenar bandı örneklerinin parlaklık değerleri açısından sektörel normlara veya çevreci ve yeşil özellikte yeni bir ürün gurubu olarak tanımlandığından sektörel açıdan umut vadeden bir malzeme olarak kolaylıkla değerlendirilebilmektedir.

Tablo 3.1. Hazırlanan WPC örneklerine ait parlaklık değerleri.

Num. No	Parlaklık Değeri (20°)	Parlaklık Değeri (60°)	Parlaklık Değeri (85°)	Num. No	Parlaklık Değeri (20°)	Parlaklık Değeri (60°)	Parlaklık Değeri (85°)
PP	5,0	33,0	79,8	**W40G5**	0,6	3,3	30,4
W20	2,9	23,7	89,3	**PPK20**	2,6	6,0	59,5
W30	2,2	14,0	101,8	**PPK30**	2,6	5,9	54,4
W40	1,1	6,4	68,2	**PPK40**	2,5	5,3	45,1
W20M3	1,1	7,5	66,7	**W20-2**	1,2	7,5	70,7
W30M3	1,3	9,4	77,3	**W30-2**	1,2	7,5	67,2
W40M3	0,7	3,8	35,9	**W20-2-M3**	1,0	6,5	60,0
W20M5	1,1	6,9	71,2	**W30-2-M3**	1,0	6,5	74,3
W30M5	1,0	6,9	76,3	**W20-2-M5**	1,4	9,3	78,8
W40M5	1,8	11,4	86,8	**W30-2-M5**	1,0	6,4	64,1
W20G5	0,7	3,6	33,4	**W20-2-G5**	0,8	4,8	51,8
W30G5	0,8	4,2	47,2	**W30-2-G5**	0,7	3,5	26,8



Şekil 3.1. 60° Parlaklık Değerleri Grafiği

3.2. Sertlik Ölçümleri

Bir mobilya kenar bandı imalatının ardından çeşitli tipte yapıştırıcıların görev aldığı özel dizayn edilmiş kenar bantlama makinalarında MDF ve suntalara yapıştırılarak uygulanmaktadır. Bu uygulama esnasında mobilya kenar bantları bükülme, kesilme ve tıraşlama aşamalarından geçmektedirler. Bu aşamalarda mobilya kenar bandının yapısal bütünlüğünün korunması kırılmaya uğramaması önem arz etmektedir. Bu açıdan tespitine çalışılan Sertlik değerleri kenar bandının uygulama esnasında maruz kaldığı baskı altında kırılması durumu açısından önemlidir. Kenar bandının mobilyaya uygulanması esnasında kenar kesim bıçaklarının kenar bandına zarar verip vermeyeceği sertlik değerinden anlaşılabilmektedir. Sektörel olarak kabul görmüş önceki uygulama örneklerine göre kenar bandının sertliği 80 üzerine çıktığında kenar bantlarının uygulanması esnasında kırılmalarla karşılaşılabileceği bilinmektedir.

Tablo 3.2 de verilen elde edilen sonuçlar ışığında hazırlanan tüm örneklerin kırılma gibi olumsuz bir durum ile karşılaşılmadan uygulamalarda kullanılacağı söylenebilir.

Saf PP den hazırlanan örnekte sertlik değeri 66 iken ahşap talaşı ilave edilen örneklerde sertliğin 55 değerine kadar düştüğü gözlemlenmiştir.

Ayrıca ilave edilen talaşın boyutuna bağlı olarak sertlik değerleri 140 – 300 mikron aralığında ortalama 59,9 iken, 300 – 700 mikron aralığı ortalama 56 dır. Ahşabın PP den daha az sert olduğu, böylece yapıda talaş tanecik boyutu büyüdükçe ürünü daha da yumuşattığı sonucu çıkarılabilir.

Sadece kalsit içeren örneklerin ortalama sertlik değeri 67 dir. Bu sonuçtan kalsitin yapıya sertlik kattığı sonucu çıkarılabilir.

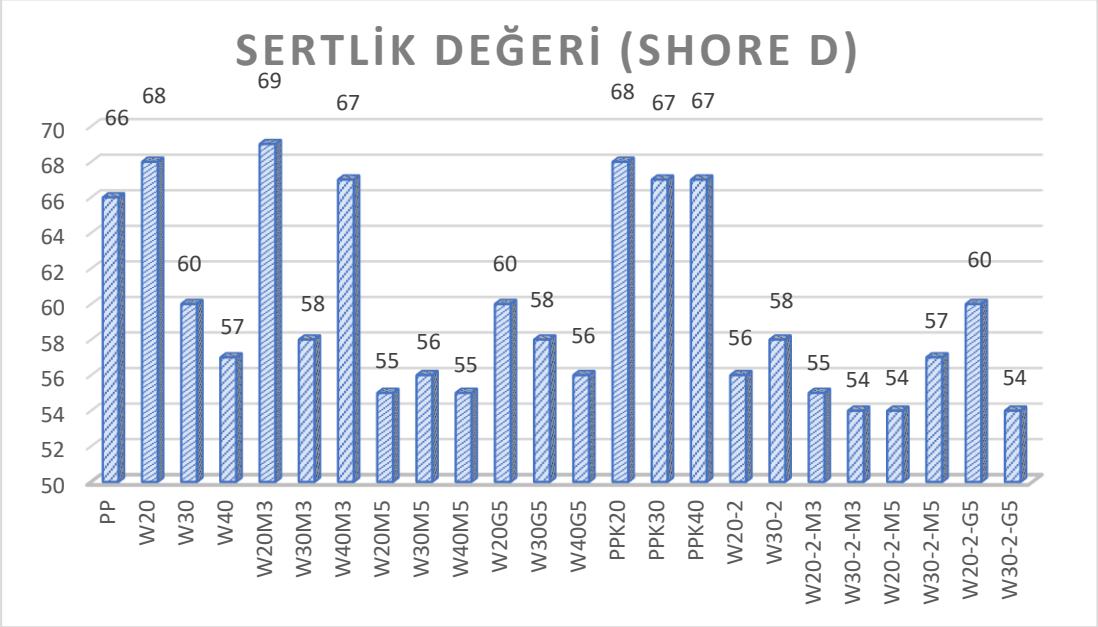
Ayrıca uyumlaştırıcı içeren örneklerin sertlik değerleri ortalaması, uyumlaştırıcı içermeyen örneklerin sertlik değerleri ortalamasına kıyasla 58'den 63'e çıkmıştır. Bu durum uyumlaştırıcı olarak MA kullanılan örneklerde sertliğin daha düşük olduğu anlaşılmıştır.

Uyumlaştırmada MA kullanılan örnekler ile PP-g-MA kullanılan örnekler kendi içinde kıyaslandığında değerlerin ortalamasının hemen hemen aynı olduğu görülmektedir. Demek ki sertlik açısından MA kullanılmasının ve PP-g-MA kullanılmasının sertlik değerleri göz önüne alındığında bir farklılık içermediği söylenebilmektedir.

Hazırlanan WPC esaslı kenar bandı örneklerinin sertlik değerleri sektörde uygun değerlerin bir miktar altında kalmasına rağmen bu seri üretim şartlarında denenerek kabul edilebilir olarak değerlendirilebilmektedir.

Tablo 3.2. Hazırlanan WPC örneklerine ait Shore D sertlik değerleri.

Numune No	Sertlik Değeri (Shore D)	Numune No	Sertlik Değeri (Shore D)
PP	66	**W40G5**	56
W20	68	**PPK20**	68
W30	60	**PPK30**	67
W40	57	**PPK40**	67
W20M3	69	**W20-2**	56
W30M3	58	**W30-2**	58
W40M3	67	**W20-2-M3**	55
W20M5	55	**W30-2-M3**	54
W30M5	56	**W20-2-M5**	54
W40M5	55	**W30-2-M5**	57
W20G5	60	**W20-2-G5**	60
W30G5	58	**W30-2-G5**	54



Şekil 3.2. Shore D Sertlik Değerleri Grafiği

3.3. Cross Cut Yapışma Testi

Cross cut testi, yapılan baskı ve koruyucu laklama işleminin yüzeyde tutunup tutunmadığı ya da ne derece tutunduğunu gösterir. Cross Cut testi yapılırken test bıçağıyla baskı yapılmış yüzey üzerinde 2 adet birbirine dik seri paralel çizgi çizilir. Yapışkan bant yardımıyla baskı işleminin tutunup tutunmadığına bakılır. Hazırlanan tüm numunelerin cross cut test sonuçlarına bakıldığında yapışma ile ilgili bir sorun gözlenmediği görülmektedir.

Tablo 3.3. Hazırlanan WPC örneklerinin Cross Cut yapışma test sonuçları.

Numune No	Sonuç*	Numune No	Sonuç*
PP	5B	**W40G5**	5B
W20	5B	**PPK20**	5B
W30	5B	**PPK30**	5B
W40	5B	**PPK40**	5B
W20M3	5B	**W20-2**	5B
W30M3	5B	**W30-2**	5B
W40M3	5B	**W20-2-M3**	5B
W20M5	5B	**W30-2-M3**	5B
W30M5	5B	**W20-2-M5**	5B
W40M5	5B	**W30-2-M5**	5B
W20G5	5B	**W20-2-G5**	5B
W30G5	5B	**W30-2-G5**	5B

*ASTM D 3359 Standardına göre yapışma dereceleri:

5B = En iyi derecelendirme: Kesimlerin kenarları tamamen pürüzsüzdür; düzlem karelerinin hiçbiri ayrılmamıştır.

4B = 5B den daha kötü: Kaplamanın kesim birleşimlerinde alanın %5'inden az oranda ayrılma gözlenir.

3B = 4B den daha kötü: Kaplamanın kesim birleşimleri ve kenarlarında alanın %5- 15 oranında ayrılma gözlenir.

2B = 3B den daha kötü: Kaplamanın kenarlarında ve karelerde alanın %15- 35 oranında ayrılma gözlenir.

1B = 2B den daha kötü: Kaplamanın kenarlarında ve yüzeyde şerit şeklinde alanın %35-65 oranında ayrılma gözlenir.

0B = En kötü derecelendirme: Pul şeklinde kalkma ve tüm yüzeyden ayrılma

3.4. Çizilme Direnci (3N)

Çizilme direnci, kenar bandının uygulanması esnasında makinelerin sabit ve hareketli parçalarına temasından kaynaklı çizilmelerin olup olmayacağının göstergesidir. İstenen kuvvete göre ayarlanan çizilme test kalemi baskı yapılmış yüzeye dik bir şekilde temas ettirilerek çizme işlemi yapılır. Çalışmada çizme testi için 3N luk bir uygulama kuvveti tercih edildi. Baskı yapılmış 24 adet numunemizde de 3 N kuvvet ile çizilme görülmedi. Buradan da kenar bant numuneleri hangi oranda karışım

yapılırsa yapılsın üretim esnasındaki sürtme ve çizilmelere karşı dayanıklı olduğu söylenebilir.

Tablo 3.4. Hazırlanan WPC örneklerinin çizilme direnci test sonuçları.

Numune No	Uygunluk Durumu	Numune No	Uygunluk Durumu
PP	Çizilme Yok	W40G5	Çizilme Yok
W20	Çizilme Yok	PPK20	Çizilme Yok
W30	Çizilme Yok	PPK30	Çizilme Yok
W40	Çizilme Yok	PPK40	Çizilme Yok
W20M3	Çizilme Yok	W20-2	Çizilme Yok
W30M3	Çizilme Yok	W30-2	Çizilme Yok
W40M3	Çizilme Yok	W20-2-M3	Çizilme Yok
W20M5	Çizilme Yok	W30-2-M3	Çizilme Yok
W30M5	Çizilme Yok	W20-2-M5	Çizilme Yok
W40M5	Çizilme Yok	W30-2-M5	Çizilme Yok
W20G5	Çizilme Yok	W20-2-G5	Çizilme Yok
W30G5	Çizilme Yok	W30-2-G5	Çizilme Yok

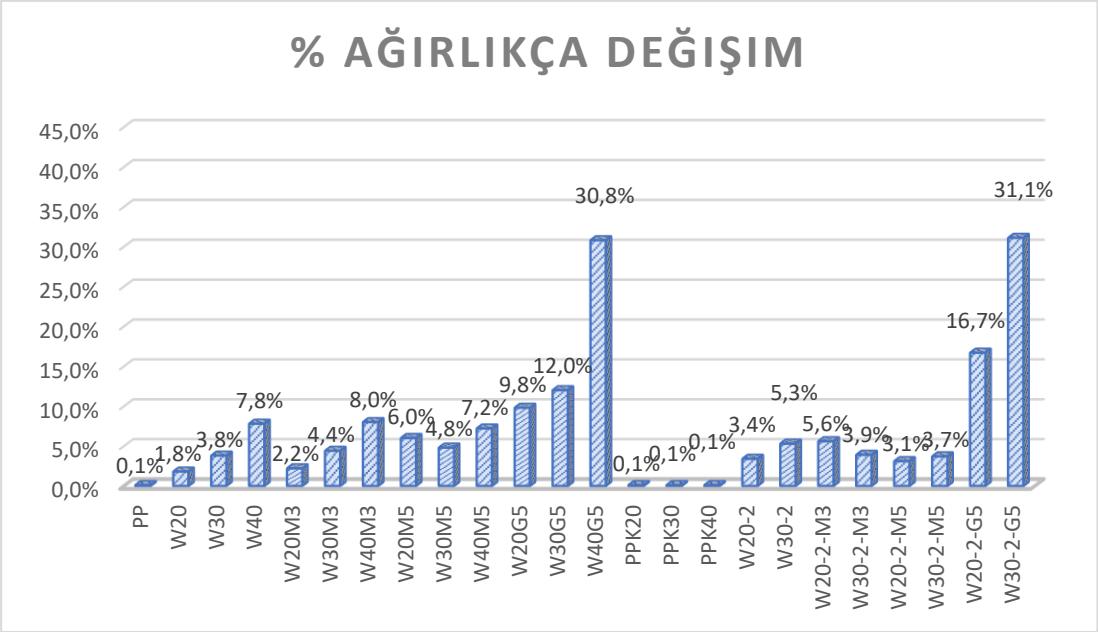
3.5. Su Absorpsiyonu

Kenar bandı üretildikten sonra uzun süre depolama alanında bekleyebilir. İklim özelliklerine ve bulunduğu ortamdaki nemi kendi bünyesine alabilir, ağırlığı ve hacmi değişebilir. Su absorpsiyon testi bu sebeple yapılır. Numunelerimiz işlem öncesi tartılarak yaklaşık 100 °C suda 24 saat bekletildi. 24 saatlik sürenin sonunda tekrar tartılan numunelerin ağırlıklarındaki değişimden su absorplama yüzdeleri hesaplandı. PP, PPK20, PPK30 ve PPK40 nolu numunelerin su absorplama oranı ağırlıkça %0,1 olarak tespit edildi. Bileşiminde ahşap tozu içermeyen örneklerin ağırlıklarında bir değişim gözlenmedi. Bunun yanında bileşimde belli oranlarda ahşap tozu ve uyumlaştırıcı bulunan numunelerin ise su absorpsiyon değerlerinin en yüksek olduğu gözlendi. Bu numuneler arasında W40G5 nolu (% 40 140 – 300 mikron talaş %5 aşı maleik anhidrit ihtiva eden numune) ve W30 – 2 – G5 nolu numunenin (% 30 300 –

700 mikron talaş %5 aşı maleik anhidrit ihtiva eden numune) en yüksek su absorpsiyon değerlerine ulaştığı bulundu. Genel olarak tüm sonuçlara bakıldığında ahşap tozunun nem çekme özelliğini WPC numunelerine taşıdığı, bileşimde artan ahşap tozu miktarına bağlı olarak su absorpsiyon değerlerinin arttığı görülmektedir; ayrıca parlaklık ölçümlerinde de gözlemlendiği üzere uyumlaştırıcı kullanımı ile daha homojen bir dağılıma erişilerek, ahşap tozunun numunelerin sadece iç kısmında tutuklu kalmadan yüzeyde de bulunmasına ve buna bağlı olarak uyumlaştırıcı kullanılan örneklerin su absorpsiyon değerlerinde kayda değer bir artış olmasına sebep olduğu tespit edildi.

Tablo 3.5. Hazırlanan WPC örneklerinin su absorsiyon test sonuçları.

Numune No	Ham ağırlık	Test sonucu ağırlık (Su testi sonrası)	% Değişim
PP	3,060	3,063	0,1%
W20	3,404	3,466	1,8%
W30	2,541	2,638	3,8%
W40	1,861	2,007	7,8%
W20M3	2,930	2,995	2,2%
W30M3	2,104	2,197	4,4%
W40M3	4,227	4,566	8,0%
W20M5	1,827	1,937	6,0%
W30M5	2,005	2,102	4,8%
W40M5	2,225	2,385	7,2%
W20G5	2,159	2,371	9,8%
W30G5	2,375	2,659	12,0%
W40G5	1,845	2,413	30,8%
PPK20	3,450	3,454	0,1%
PPK30	3,010	3,013	0,1%
PPK40	3,506	3,511	0,1%
W20-2	2,040	2,11	3,4%
W30-2	2,005	2,112	5,3%
W20-2-M3	1,534	1,62	5,6%
W30-2-M3	1,969	2,046	3,9%
W20-2-M5	1,721	1,775	3,1%
W30-2-M5	1,829	1,896	3,7%
W20-2-G5	2,202	2,569	16,7%
W30-2-G5	1,811	2,374	31,1%



Şekil 3.3. Ağırlıkça % değişim grafiği

3.6. Kimyasallara Dayanım

Kimyasallara dayanıklılık açısından bakıldığında, sektörde görev alacak kenar bantlarının imalatını takip eden baskı ve uygulama aşamalarında kullanılan etil asetat ya da sentetik tiner çözücülerine karşı dayanıklı olması istenmektedir. Bu özelliğin belirlenmesi amacıyla üretilen numuneler 3 saniye süreyle bu çözücülere maruz bırakılarak yüzeyden ayrılma olup olmadığı kontrol edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre tüm numuneler etil asetat ya da sentetik tiner çözücülerine karşı dayanım sergilemektedir.

Tablo 3.6. Hazırlanan WPC örneklerinin kimyasallara dayanım test sonuçları.

Numune No	Uygunluk Durumu	Numune No	Uygunluk Durumu
PP	Kalkma Yok	**W40G5**	Kalkma Yok
W20	Kalkma Yok	**PPK20**	Kalkma Yok
W30	Kalkma Yok	**PPK30**	Kalkma Yok
W40	Kalkma Yok	**PPK40**	Kalkma Yok
W20M3	Kalkma Yok	**W20-2**	Kalkma Yok
W30M3	Kalkma Yok	**W30-2**	Kalkma Yok
W40M3	Kalkma Yok	**W20-2-M3**	Kalkma Yok
W20M5	Kalkma Yok	**W30-2-M3**	Kalkma Yok
W30M5	Kalkma Yok	**W20-2-M5**	Kalkma Yok
W40M5	Kalkma Yok	**W30-2-M5**	Kalkma Yok
W20G5	Kalkma Yok	**W20-2-G5**	Kalkma Yok
W30G5	Kalkma Yok	**W30-2-G5**	Kalkma Yok

3.7. Renk Ölçümleri

Renk ölçümleri bileşiminde hiç ahşap tozu içermeyen PP numunesi referans alınarak yapıldı. Bu numuneye göre içerisine talaş ve maleik anhidrit ilave edilen numunelerinin renklerinin referanstan çok farklı olduğu görüldü. Elde edilen sonuçlar irdelendiğinde, bileşime pigment veya renklendirici ilavesi yapılmaksızın, sadece ahşap tozu kullanımı ile kenar bandının sektörde talep edilen ahşap rengine ve daha natürel bir görünüme sahip olabileceği değerlendirildi.

Tablo 3.7. PP ve talaş karışımı renk ölçüm sonuçları

Numune Kodu	**DE cmc**
W20	22,36
W30	23,01
W40	22,66
W20-2	22,94
W30-2	25,17

Tablo 3.8. PP ve kalsit karışımı renk ölçüm sonuçları

Numune Kodu	**DE cmc**
PPK20	5,13
PPK30	4,45
PPK40	4,98

Tablo 3.9. Farklı oranlarda PP, talaş ve 2 farklı uyumlaştırıcı karışımı renk ölçüm sonuçları

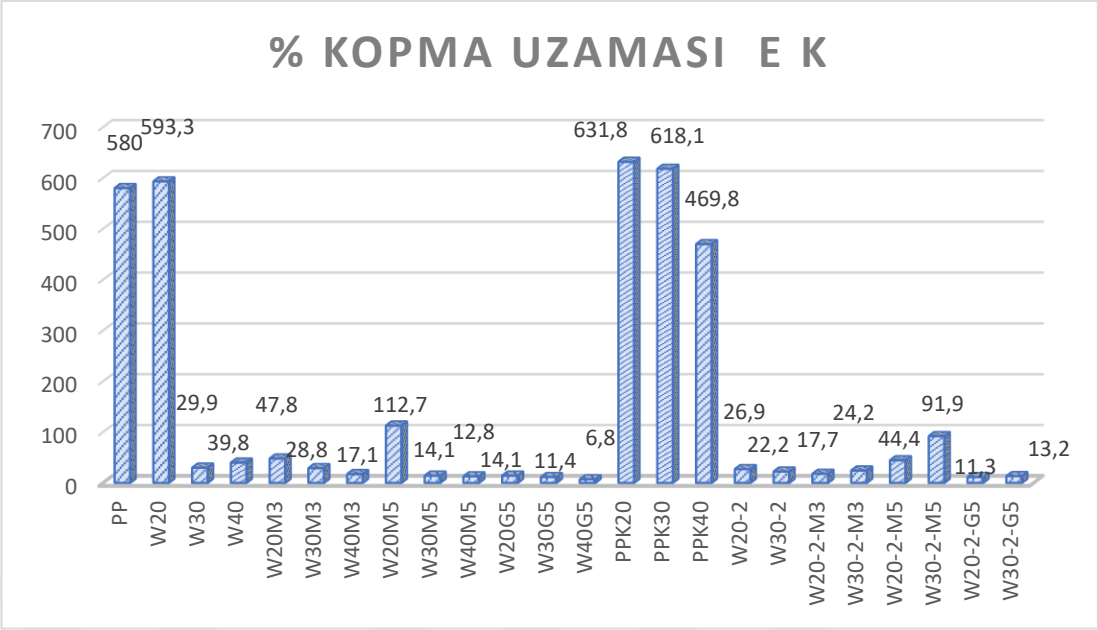
Numune Kodu	DE cmc
W20M3	22,41
W30M3	21,73
W40M3	24,46
W20M5	22,11
W30M5	21,76
W40M5	21,21
W20G5	23,02
W30G5	22,68
W40G5	24,49
W20-2-M3	23,51
W30-2-M3	23,04
W20-2-M5	24,33
W30-2-M5	23,56
W20-2-G5	24,49
W30-2-G5	25,72

3.8. Mekanik Özellikler

Mekanik test sonuçlarına bakıldığında kenar bandı bileşiminde artan ahşap tozu miktarına bağlı olarak kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinde azalma olduğu tespit edildi. Ancak bu değerler kenar bandı olarak kullanılmasına engel bir durum değildir. Ayrıca içerisinde hiç talaş bulundurmayan PP kodlu numune, içerisinde sadece %20 oranında ince talaş bulunduran W20 kodlu numune içerisinde %20 ince talaş ve %5 maleik anhidrit bulunduran W20M5 kodlu numune ile sırasıyla içerisinde %20, %30 ve %40 kalsit bulunduran PPK20 – PPK30 – PPK40 kodlu numunelerin Kopma uzama değerlerinin daha yüksek çıktığı görülmektedir.

Tablo 3.10. Mekanik Özellikler

Numune No	% Kopma Uzaması ε k	Max Gerilme (N/mm²)	Elastiklik Modülü E (N/mm²)		Numune No	% Kopma Uzaması ε k	Max Gerilme (N/mm²)	Elastiklik Modülü E (N/mm²)
PP	580,0	32,3	406,5		**W40G5**	6,8	16,8	391,6
W20	593,3	29,5	300,4		**PPK20**	631,8	31,1	639,5
W30	29,9	23,9	777,1		**PPK30**	618,1	27,4	864,4
W40	39,8	23,5	785,8		**PPK40**	469,8	23,7	527,6
W20M3	47,8	21,2	471,0		**W20-2**	26,9	25,8	523,9
W30M3	28,8	20,4	537,7		**W30-2**	22,2	26,3	483,4
W40M3	17,1	16,5	359,8		**W20-2-M3**	17,7	22,7	474,4
W20M5	112,7	22,7	1070,2		**W30-2-M3**	24,2	22,3	293,8
W30M5	14,1	20,8	935,0		**W20-2-M5**	44,4	29,1	461,3
W40M5	12,8	18,9	487,2		**W30-2-M5**	91,9	19,9	131,2
W20G5	14,1	24,7	342,7		**W20-2-G5**	11,3	25,4	361,6
W30G5	11,4	29,1	493,2		**W30-2-G5**	13,2	17,9	572,5



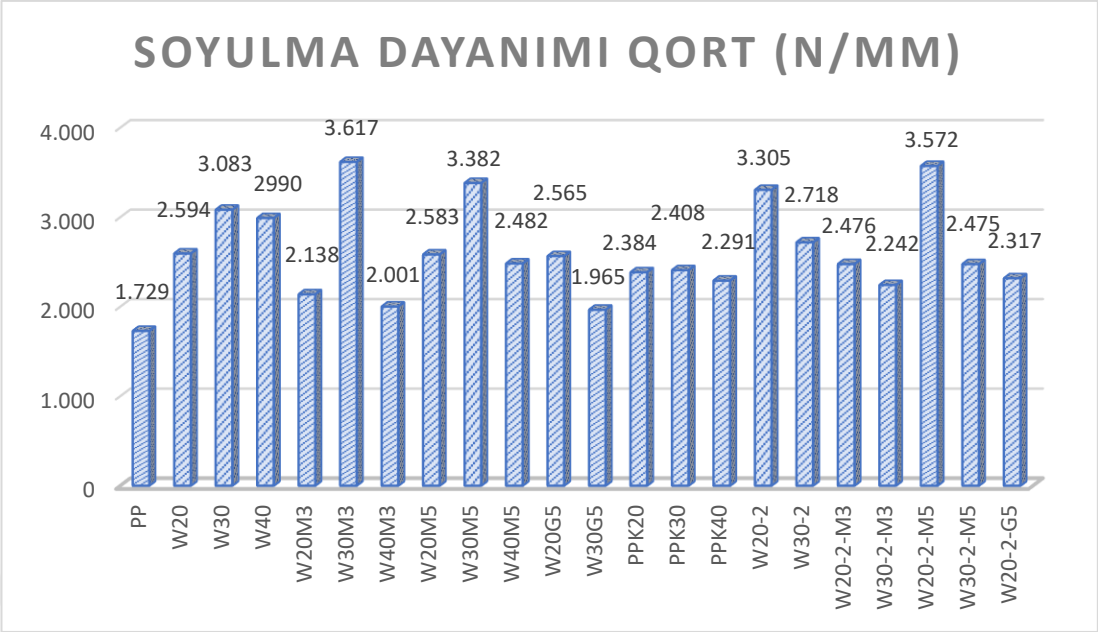
Şekil 3.4. % Kopma Uzama Grafiği

3.9. Soyulma dayanımı

Kenar bandı sunta ya da MDF ye yapıştırıldıktan sonra yapıştığı malzemenin üzerinde kalması ve kendiliğinden kalkmaması istenir. Kenar bandı sektöründe soyulma dayanımı kuvvetinin mm başına 1,8 N'dan fazla olması istenir. Ham PP den üretilen numunemizin değeri 1,729 N/mm gelmesine karşın içerisinde değişik oranlarda talaş, uyumlaştırıcı ve kalsit kullanılan numunelerin değerlerinin daha iyi çıktığı gözlemlenmiştir.

Tablo 3.11. Soyulma Dayanımı değerleri.

Numune No	Genişlik b0 (mm)	Max. Kuvvet Fmax (N)	Fmax uzama Δlmax (mm)	Soyulma dayanımı qmax (N/mm)	Soyulma kuvveti Fort (N)	Soyulma dayanımı qort (N/mm)
PP	18	50.245	42.38	2.791	31.117	1.729
W20	18	61.388	64.977	3.41	46.686	2.594
W30	18	68.445	23.252	3.802	55.486	3.083
W40	18	62.666	11.562	3.481	53.813	2.99
W20M3	18	48.179	10.568	2.677	38.491	2.138
W30M3	18	85.407	34.271	4.745	65.104	3.617
W40M3	18	48.357	56.187	2.686	36.017	2.001
W20M5	18	59.326	12.838	3.296	46.496	2.583
W30M5	18	90.248	86.349	5.014	60.884	3.382
W40M5	18	55.209	70.509	3.067	44.678	2.482
W20G5	18	57.927	11.788	3.218	46.168	2.565
W30G5	18	44.438	20.448	2.469	35.376	1.965
PPK20	18	58.275	86.409	3.238	42.907	2.384
PPK30	18	56.371	92.143	3.132	43.336	2.408
PPK40	18	55.266	17.8	3.07	41.233	2.291
W20-2	18	81.404	59.159	4.522	59.49	3.305
W30-2	18	61.552	72.721	3.42	48.926	2.718
W20-2-M3	18	60.732	88.46	3.374	44.568	2.476
W30-2-M3	18	67.919	53.729	3.773	40.362	2.242
W20-2-M5	18	109.878	35.882	6.104	64.291	3.572
W30-2-M5	18	58.357	82.418	3.242	44.552	2.475
W20-2-G5	18	51.466	49.598	2.859	41.703	2.317



Şekil 3.5. Soyulma Dayanımı Grafiği.

4. SONUÇLAR

PP ve ahşap tozları kullanılarak WPC numuneleri başarı ile hazırlandı.

Hazırlanan ürünlerde uyumlaştırıcı kullanımının ahşap tozunun PP matris içinde çok daha homojen bir şekilde karışmasına imkân sağladığı tespit edildi.

Sertlik, Çizilme Direnci, Su Absorpsiyonu ve Kimyasallara Dayanım özellikleri perspektifinden Ahşap tozu içeren kenar bantlarının üretim ve sonrasındaki baskı ve uygulama performanslarının ahşap tozu içermeyen örneklerle benzer olduğu görüldü.

Mekanik özellikler penceresinden ahşap tozu içeren örneklerde gözlenen kopma mukavemeti ve kopma uzamasındaki düşüşün bir kenar bandının sahip olması gereken değerler açısından bir sorun teşkil etmediği değerlendirildi.

Renk ölçümlerinden elde edilen sonuçlara bakıldığında natürel görünüşlü ürünlerin ahşap tozu katkısı ile hazırlanabileceği, sektörde çokça talep edilen bu örnekler için ilave renklendirici ve/veya pigment kullanımına gerek kalmadığı sonucuna ulaşıldı.

Ahşap sektöründe atık olarak açığa çıkan ahşap tozları için yararlı, çevre dostu ve inovatif bir ürün gamı oluşturabilecek yeni bir kullanım alanı ortaya kondu.

5. KAYNAKLAR

[1] Yeşil, T. A. (2014). Polianilin/Bentonit kompozitinin sentezi, karakterizasyonu ve elektroreolojik özelliklerinin incelenmesi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[2] Sönmez, M. (2009). Polimer matrisli kompozitlerin endüstri ürünleri tasarımında önemi ve geleceği: Türkiye'den dört örnek firma üzerine bir inceleme (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[3] Aydın, H. (2004). PVC üretimi ve katkı maddeleri. Osmangazi Üniv., Fen Edebiyat Fak., Kimya bölümü,(Bitirme tezi), Eskişehir.

[4] Baş, A. (2015). Plastik katkı maddelerinin, izotaktik polipropilen ahşap kompozitlerin yapı ve özelliklerine etkisi (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

[5] Malzeme Bilimi ve Mühendisliği, "KOMPOZİT MALZEMELER, SINIFLANDIRILMASI VE ÜRETİMİ", erişim 23.03.2022, https://tolgakaranfil.webnode.com.tr

[6] Kompozit Kimya, "Kompozit Nedir", erişim 20.04.2022, https://kompozitkimya.com.tr/

[7] Kaya, A. İ. (2016). Kompozit malzemeler ve özellikleri. Putech & Composite Poliüretan ve Kompozit Sanayi Dergisi, 29, 38-45.

[8] Chawla, K. K. (2012). Composite materials: science and engineering. Springer Science & Business Media.

[9] Şahin, Y. Kompozitlerde Kullanılan Takviye Elemanları Ve Özellikleri.

[10] Gardner, D., Han, Y., & Song, W. (2008, November). Wood plastic composites technology trends. In Proceedings of the 51st International Convention of Society of Wood Science and Technology (pp. 10-12).

[11] Ashori, A. (2008). Wood–plastic composites as promising green-composites for automotive industries!. Bioresource technology, 99(11), 4661-4667.

[12] Kuşçuoğlu, M.Ö. (2005). Mobilya Endüstrisinde Kenar İşleme Makinelerinde İşleme Faktörlerinin Verimlilik Ve Ürün Kalitesi Üzerine Etkileri (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).

6. ÖZGEÇMİŞ

İlk ve orta öğrenimini Bursa'da tamamladı. 2001 yılında girdiği Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümünden 2005 yılında mezun oldu. 2005 yılından beri özel sektörde çeşitli fabrikalarda çalışmaktadır. Son olarak 2014 yılında girdiği Tece Dekor A.Ş. de Ar-Ge sorumlusu olarak çalışmaktadır.