



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MOBİLYA FABRİKASI ATIĞI TAKVİYELİ
TERMOPLASTİK KOMPOZİTLERİN BOYANMA VE
KAPLANMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

TÜLAY ASLAN

YÜKSEKLİSANS TEZİ
ORMAN ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2015

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM UNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MOBİLYA FABRİKASI ATIĞI TAKVİYELİ
TERMOPLASTİK KOMPOZİTLERİN BOYANMA VE
KAPLANMA ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

TÜLAY ASLAN

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

KAHRAMANMARAŞ 2015

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü öğrencisi Tülay ASLAN tarafından hazırlanan "Mobilya Fabrikası Atığı Takviyeli Termoplastik Kompozitlerin Boyanma Ve Kaplanabilme Özelliklerinin Belirlenmesi "adlı bu tez, jürimiz tarafından 11/06/2015 tarihinde oy birliği / oy çokluğu ile Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU (DANIŞMAN)

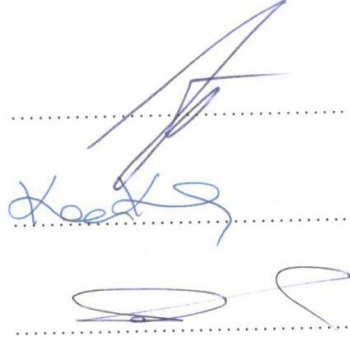
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KSÜ

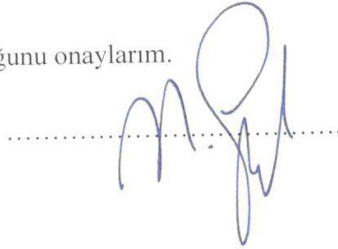
Yrd. Doç. Dr. Turgay ÖZDEMİR - (ÜYE)

Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı - KTÜ



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Mustafa ŞEKKELİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



TEZ BİLDİRİMİ

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

Tülay ASLAN

(İmza)



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.

**MOBİLYA FABRİKASI ATIĞI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK
KOMPOZİTLERİN BOYANMA VE KAPLANMA ÖZELLİKLERİNİN
BELİRLENMESİ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)**

TÜLAY ASLAN

ÖZET

Kompozit malzemelere olan ilgi her geçen gün artmaktadır. Odun ve yıllık bitkilerden elde edilen lif ya da unların plastiklerle karıştırılması oluşturulan ve kendini oluşturan materyallerden daha iyi özellikler gösteren kompozitlere odun plastik kompozitler (OPK) denilmektedir. Son yıllarda OPK diğer kompozitler arasında belirli bir pazar payı edinmeye başlamıştır.

Bu çalışmada, mobilya fabrikası atığı unlar kullanılarak dünyada en çok kullanım alanına sahip olan polietilen (PE), ve polipropilen (PP) esaslı odun plastik kompozitlerin üretimi hedeflenmiştir. OPK üretimi sırasında hidrofobik yapıdaki plastik ile hidrofilik yapıdaki mobilya atığı unları arasındaki bağlanmayı sağlamak için maleik anhidrit ile muamele edilmiş polietilen (MAPE), polipropilen (MAPP) ve üretimi kolaylaştırmak için vaks kullanılmıştır. Kompozitlerin mekanik özellikleri (çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, kopmada uzama ve darbe direnci), kaplanabilme ve boyanabilme değerleri belirlenmiştir ve üretilen kompozitler üzerinde boyama ve kaplanabilme testleri yapılmıştır. Yapılan testler sonucunda PE ile üretilen örneklerin PP ile üretilen polimer kompozitlere oranla daha iyi mekanik özellikler sağladığı görülmüştür. Yüzeyleri boyanmış polimer kompozitlerde yapılan çapraz kesim yüzeye yapışma testleri sonucunda en iyi sonucu %50 oranında mobilya atığı unu (MAU) içeren PP ve PE esaslı polimer kompozitlerde gözlemlenmiştir. Laminat kaplı polimer kompozitlerin yüzeye yapışma direnç değerleri belirlenmeye çalışılmış ancak deneylerin gerçekleştirilmesi esnasında kaplamalar yüzeylerden kopmuş ve sonuç kaydedilememiştir.

Anahtar Kelimeler: OPK, Mobilya Atığı, OPK'nın Boyanabilmesi ve Kaplanabilmesi

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Orman Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Mayıs/2015

Danışman : Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Sayfa sayısı : 51

**DETERMINATION OF PAINTING AND COATING PROPERTIES OF
THERMOPLASTIC COMPOSITES REINFORCED FURNITURE PLANT WASTE
(M.Sc. THESIS)**

TÜLAY ASLAN

ABSTRACT

Demands for composite materials are growing in progress of time. Composite materials combining fibers or flour from wood and agricultural wastes and plastics are called wood plastic composites (WPC). Composite can provide better properties than materials by themselves. Recently, WPC has gained some market share among other composite materials.

In this study, it was aimed that producing of wood plastic composites use polyethylene (PE) and polypropylene (PP) as thermoplastic material which the most used in the world. Furniture plant waste was used as filler. Maleic anhydride grafted polyethylene (Licocene PEMA 4351 by Clariant) and maleic anhydride grafted polypropylene (Licomont AR 504 by Clariant) were utilized as coupling agents. Paraffin wax (K.130.1000) was used as a lubricant. The mechanical properties of the composite (tensile strength, tensile modulus of elasticity, bending strength, modulus of elasticity in bending, elongation and impact strength at break), Ability to structure coating and dye and values are identified and painting and coating ability to the test on the manufactured composites were made. The tests of the samples produced with the result of comparison to polymer composites produced by PE PP is found to provide better mechanical properties. Painted surfaces made of polymer composite cross-cut surface adhesion tests the best result by 50% as a result of waste furniture (MAI) which was observed in PP and PE-based polymer composites. Laminated polymer composites have been studied to determine their adherence to the surface resistance values, but the carrying out of the tests and the results could not be severed from surface coatings recorded

Key Words: WPC, Furniture Plant Waste, Paintability and Coatability of WPC

Kahramanmaraş Sütçü Imam University
Institute for Graduate Studies in Science and Technology
Department of Forest Industry Engineering, June / 2015

Supervisor : Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU

Page number : 51

TEŞEKKÜR

“Mobilya fabrikası atığı takviyeli termoplastik kompozitlerin boyanma ve kaplanma özelliklerinin belirlenmesi” başlıklı bu tez çalışması Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Endüstri Mühendisliği bölümünde yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans ve lisans eğitimim süresince desteğini esirgemeyen, tez çalışmalarımın hazırlanmasında çok büyük emekler sarf eden ve tezimin yönlendirilmesinde bilgi ve tecrübeleri ile her zaman yanımda olan Danışman Hocam Prof. Dr. Fatih MENGELOĞLU’na sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tezimle ilgili çalışmalarda akademik bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. Kadir KARAKUŞ’a teşekkür ederim.

Ayrıca laboratuvar çalışmalarında her zaman yanımda olan ve yardımlarını esirgemeyen, Arş.Gör. İbrahim Halil BAŞBOĞA başta olmak üzere tüm laboratuvar çalışma ekibine çok teşekkür ederim. Ayrıca Yüksek Lisans Eğitimim boyunca desteklerini esirgemeyen ve her aşamasında yanımda olan sevgili eşim Veysel Karani ASLAN’a teşekkür ederim.

Son olarak, beni bugünlere getiren, yetiştiren ve öğrenim süresince her türlü maddi ve manevi yardımlarını esirgemeyen anneme, babama ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi ve minnettarlığımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1. Mobilyanın Tanımı	2
1.2. Mobilya Sektörünün Türkiye’deki Durumu	3
1.3. Mobilya Fabrikası Atıkları	4
1.4. Boyalar	7
1.4.1. Selülozik Boyalar ve Özellikleri	7
1.5. Laminat Kaplamalar	8
1.6. Plastikler	11
1.6.1. Türkiye’deki Plastik Endüstrisi	11
1.6.2. Bazı Plastik Tipleri ve Özellikleri	13
1.6.2.1. Termoplastikler	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	18
3. MATERYAL VE METOT	22
3.1. MATERYAL	22
3.2. METOT	22
3.2.1. Hammaddelerin Hazırlanması	22
3.2.2. Odun Plastik Kompozitlerin Üretimi	24
3.2.3. Kompozitlerin Boyanması ve Kaplanması	28
3.2.3.1. Kompozit Levhaların Laminat Kaplanması	28
3.2.3.2. Kompozit Levhaların Boyanması	29
3.2.4. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi	30
3.2.4.1. Eğilme Direnci Testi	30
3.2.4.2. Çekme Direnci Testi	32
3.2.4.3. Darbe Direnci Testi	32
3.2.4.4. Çapraz Kesimle Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tayini	33
3.2.4.5. Yapışma Direnci Deneyi	34
3.2.5. İstatistiksel Analizler	35
4. BULGULAR VE TARTISMA	36
4.1. Mobilya Atığı Takviyeli Kompozitlerin Mekanik Özellikleri	36
4.2. Mobilya Atığı Takviyeli Kompozitlerin Kaplanabilme ve Boyanabilme Özellikleri	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	45
KAYNAKLAR	46
ÖZGEÇMİŞ	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Mobilya atıklarının kompozit ürünlere dönüştürülmesi	4
Şekil 1.2 Torbalı tip filtre toz toplama sistemi	5
Şekil 1.3 Toz emme borularında biriken talaş	6
Şekil 1.4 Türkiye’de sektörler bazında plastik kullanımı (Anonim 2006)	13
Şekil 1.5 Termoset ve termoplastik molekül yapıları (URL 5)	14
Şekil 1.6 Etilen monomeri	15
Şekil 1.7 Polipropilenin şematik gösterilişi	16
Şekil 3.1 Wiley Değirmeni	22
Şekil 3.2 Sarsak elek	23
Şekil 3.3 Kurutma Fırını	23
Şekil 3.4 Odun-Plastik kompozit üretimi iş akış şeması	24
Şekil 3.5 Polimer kompozit üretiminde a) karıştırıcı b) kırıcı	26
Şekil 3.6 Tek vidalı ekstruder makinesi ve su banyosu ve üretilen kompozit materyaller .	26
Şekil 3.7 Kompozit peletler	27
Şekil 3.8 Soğutma kapasiteli sıcak pres	27
Şekil 3.9 Pres kalıplama ve üretilen levhalar	27
Şekil 3.10 Laminat presleme makinesi	29
Şekil 3.11 Laminat kaplanmış levha	29
Şekil 3.12 Boya tabancası	30
Şekil 3.13 Zwick/Roell Z010 universal test makinesi ve eğilme direnci	31
Şekil 3.14 Çekme direnci testi	32
Şekil 3.15 PolytestRayRan™ çentik açma cihazı	33
Şekil 3.16 Darbe direnci testi	33
Şekil 3.17 Yüzeye yapışma direnci test aleti	35
Şekil 4.1 Çekme özelliklerine ait etkileşim (interaction) grafiği; a) Çekme direnci, b) Çekmede elastikiyet modülü, c) Kopmada uzama.	38
Şekil 4.2 Eğilme özelliklerine ait etkileşim (interaction) grafiği; a) Eğilme direnci, b) Eğilmede elastikiyet modülü	40
Şekil 4.3 Darbe direnci etkileşim (interaction) grafiği	41
Şekil 4.4 Örneklerin çapraz kesimle yapışma deneyi sonrası durumu (1A sonucu)	42
Şekil 4.5 Örneklerin çapraz kesimle yapışma deneyi sonrası durumu (0A sonucu)	43
Şekil 4.6 Laminat kaplı polimer kompozitlerin yapışma direnci testi sonrası durumu	44

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Mobilya unu ile PP ile PE karışımli kompozitlere ait üretim reçetesi (%)	24
Çizelge 3.2 Çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerdendirme tablosu	34
Çizelge 4.1 Mobilya atığı unu takviyeli polimer kompozitlerin test sonuçları	37
Çizelge 4.2 Boyalı örneklere ait çapraz kesim yüzeye yapışma değerdleri	42
Çizelge 4.3 Laminat kaplı OPK ların yüzeye yapışma değerdleri	43

.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ASTM	: American Standarts for Testing Material
ANONİM	: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Kimya Teknolojisi Benzen Türevleri ve Prosesleri
ANOVA	: Varyans Analizi
ÇD	: Çekme direnci
CU	: Fizibilite Kompozit
DE	: Dinamik eğilme direnci
DPT	: Devlet Planlama Teşkilatı
DİE	: Devlet İstatistik Enstitüsü
ED	: Eğilme direnci
EM	: Elastikiyet modülü
FTIR	: Fourier Transform Infrared
H	: Deney parçasının kalınlığı
HDPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
L	: Örnek kalınlığını
LDPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen
MDF	: Lif Levha
MPa	: Megapaskal
MAPP	: Maleik Anhidrit Polipropilen
MAPE	: Maleik Anhidrit Polietilen
MAU	: Mobilya Atığı Unu
MEGEP	: Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi
OSB	: Yönlendirilmiş Yonga Levha
OPK	: Odun Plastik Kompoziti
PAGEV	: Türk Plastik Sanayicileri Arastırma, Gelistirme ve Eğitim Vakfı
PCB	: Baskılı Devre Kartları

PE	: Polietilen
Pmax	: Kırılma anında uygulanan maksimum yük
PP	: Polipropilen
PVC	: Polivinil klorür
PS	: Polistiren
TOBB	: Türkiye Mobilya Ürünleri Meclisi Sektör Raporu
Q	: Deney parçasının kırılması için gerekli enerji
SEM	: ScanningElectronMicroscopy (Taramalı Elektron Mikroskobu)
VST	: Yumuşama Sıcaklığı

1. GİRİŞ

İki veya daha fazla malzemenin bir araya getirilmesiyle oluşturulan ve yeni özelliklere sahip malzemeler Kompozit Malzeme olarak adlandırılmaktadır. Başka bir ifadeyle birbirlerinin zayıf yönünü düzelterek daha üstün özellikler elde etmek amacı ile bir araya getirilmiş farklı tür malzemelerden veya fazlardan oluşan malzemeler olarak da adlandırılabilir. Kompozit oluşumunda iki farklı malzeme olarak polimerler ve lignoselülozik esaslı takviye elamanı kullanıldığı durumlarda bunlara odun esaslı kompozitler veya odun plastik kompozitler (OPK) denilmektedir. Bu malzemeler farklı polimerler ile odun ve yıllık bitkilerden elde edilen lif, un halindeki bakır ve atık parçacıkların karıştırılması ile üretilmektedir. Nihai ürün kendini oluşturan materyallerden daha iyi özellikler gösterebilmektedir. Yenilenebilir olan bu malzeme iyileştirilmiş direnç, dayanım, elastikiyet, fiziksel ve mekanik özellikleri ve boyutsal sabitlikleri dolayısıyla geniş kullanım alanları bulabilmektedir (Çetin, 2007).

OPK'ler çevresel problemlerin çözümüne katkı sağlamakta ve güverte yapımı, balkonlar, çitler, bahçe mobilyaları, kapı ve pencere doğraması, otomotiv iç döşeme parçaları, müzik ve spor aletleri yapımı, çöp kovaları ve çiçek saksıları yapımı vb. alanlarda kullanılmaktadır. Kompozit üretiminde farklı plastik malzemeler ve %10-70 oranında lignoselülozik takviye elamanı kullanılabilir. Burada ki lignoselülozik esaslı odun parçacıkları (lif veya un) dolgu maddesi ya da güçlendirici eleman olarak kullanılabilir. Kompozit üretiminde hedeflenen kullanım yerine bağlı olarak odununu, bıçkı tozu, küçük parça, lif ya da özel işlem görmüş atık kâğıt vb. eklenebilir. OPK üretiminde normal plastik işleme endüstrisinde kullanılan ekstrüzyon, enjeksiyonlu kalıp, sıcaklıkla şekillenme, pres ve perdahlama gibi plastik işleme teknolojileri kullanılabilir (Bledzki ve Sperber, 1999).

OPK kullanım alanları ve kullanımı her geçen gün artmaktadır. İlk etapta OPK'ların dış ortamda kullanımlarına ömür boyu garanti verilerek satılmasına rağmen zaman içerisinde bu malzemelerle ilgili yüzeylerde görülen küf oluşumu ve bazı ürünlerde görülen küçük çatlaklar gibi şikâyetler gelmeye başlamıştır. OPK'ların kullanımında karşılaşılan bir diğer önemli sorun ise malzemenin estetiği ile ilgili olan ve dış ortam koşullarında kullanımları esnasında ortaya çıkan renk değişimleridir. Renk değişimlerini azaltmak amacıyla üretim reçeteleri içerisinde pigmentler eklenmesine rağmen pigment

katkılı ürünlerde de zaman içerisinde renk değişimi meydana gelmeye devam etmektedir (Alagöz ve ark., 2003).

Renk değişimi sonrasında bu malzemelerin tekrar boyanabilmesi ve/veya laminat kaplanması bu malzemelerin tercih edilmesinde önemli bir etken olabilecektir. Bu nedenle boyanabilme ve kaplanabilme özelliklerinin belirlenmesi son derece önemlidir. Bu çalışmada OPK yüzeylerinde selülozik boya ve selülozik son kat vernik ile laminat kaplama uygulamalarının gerçekleştirilmesi hedeflenmiştir. Ancak, OPK'ların boyana bilirliği ile ilgili yapılan uluslararası çalışmalar diğer özellikleri ile ilgili yapılan çalışmalara kıyasla oldukça sınırlıdır. Ülkemizde ise OPK'nın boyanma özellikleri üzerine Özdemir ve Mengeloğlu (2008) tarafından yapılan çalışmanın dışında herhangi bir bilgiye ulaşılamamıştır. (Mengeloğlu ve Özdemir, 2008).

Bu tez çalışmasında da mobilya atığı unu ve plastiklerden odun plastik kompozit malzemeler üretilmiş ve bazı mekanik ve fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca bu ürünlerin kullanım ömrünü uzatmak için boya tabancası ile püskürtme yöntemiyle selülozik boyama işlemi ve postforming makinesiyle laminat kaplama işlemi gerçekleştirilmiştir.

Tez kapsamında mobilya fabrikası atıkları takviye malzemesi olarak kullanılarak polietilen ve polipropilen esaslı kompozitlerin pres kalıplama yöntemiyle üretimi, mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve üretilen kompozitlerin kaplanabilme ve boyanabilme özellikleri incelenmiştir. Tez çalışması kapsamında kullanılan lignoselülozik dolgu maddesi, polimerler, boyalar ve laminat kaplama hakkında genel bilgiler aşağıda verilmiştir.

1.1. Mobilyanın Tanımı

Mobilya Latince kökenli bir kelimedir fakat Türkçeye sonradan girmiştir. Mobilya, Latince "mobilius" sözcüğünden türetilmiş olup, insanların yaşaması, ihtiyaçlarını güvenli ve rahat bir şekilde karşılayabilmesi, çalışması için yapılmış mekanlar içerisindeki, çeşitli malzemelerden oluşturulmuş, estetik ve fonksiyonel elemanlardır. Bu tanımlardan da anlaşıldığı gibi mobilya, işlevsel değeri ile mekanın kullanışlılığını etkileyen, estetik değeri ile mekanın algılanmasında etkili olan, yaşam ve çalışma mekanlarının davetkar, sıcak ve huzur veren bir ortam haline gelmesini sağlayan, kısacası sanat ve tekniği birleştiren ürünlerdir (Akın, 2003).

Genel bir tanımla mobilya; insanların ve diğer canlıların yaşaması, çalışması, sosyal ve kültürel gereksinimlerini güvenli ve rahat bir şekilde karşılayabilmeleri için yapılmış mekanlar içerisindeki, çeşitli malzemelerden oluşturulmuş işlevsel ve estetik ürünlerdir (Malkoçoğlu, 2012).

1.2. Mobilya Sektörünün Türkiye’deki Durumu

Mobilya endüstrisi orman ürünleri endüstrisinin imalat sanayi bakımından ikinci sırada yer almaktadır. Türkiye mobilya endüstrisi çoğunluğu geleneksel yöntemlerle çalışan atölye tipi, küçük ölçekli fabrikalarla beraber 1990’larda orta ve büyük ölçekli işletmelerin katılımları ile bilgi ve sermaye ağırlıklı üretim dalı olmuş son 10 yılda dış ticaret açığı vermeyen nadir sektörlerden birisi haline gelmiştir. Hızlı değişim ve gelişim sürecinde olan sektör, kalitesi, markası, coğrafi konumu, küçük-büyük ölçekli işletmeleri, genç nüfusu gibi faktörler doğrultusunda iç ve dış pazarlarda potansiyel arz etmesine neden olmaktadır (TOBB Ankara, 2013).

Mobilya sanayisi katma değer bakımından da ülkemizin önde gelen sektörlerden olup ihracatta yerli kaynakları en çok kullanan ve ithal ürünlere bağımlılığı en az olan sektörlerden biri olarak ekonomiye katkısı artarak devam etmektedir.

Mobilya sektöründe istihdamın en fazla olduğu ilk 10 il sırası ile İstanbul, Bursa, Kayseri, Ankara, İzmir, Kocaeli, Antalya, Düzce, Sakarya ve mersin olarak sıralanmıştır. İstihdamın en az olduğu iller ise Ardahan, Bayburt, Tunceli, Gümüşhane, Ağrı, Hakkâri, Edirne, Iğdır, Kilis ve Van’dır (TOBB Ankara, 2013).

Türkiye’de son yıllarda artan nüfus ve refah seviyesiyle birlikte konut gereksinimi artmış ve konutlardaki bireylerin mobilya gereksinimleri de doğal olarak artış göstermiştir. Yükselen artışla birlikte şehirlerdeki küçük atölye tipi imalat yapan üreticiler tarafından bu istekler karşılanmamaktadır. Bu alanda teknolojinin ilerlemesi ile birlikte seri üretim yapan makineler sayesinde mobilya üretimi son derece gelişmiştir ve ağaç malzemeden her türlü biçim ve form elde edilmesi mümkün olmuştur.

Türkiye mevcut potansiyelinin ve stratejik pozisyonunun önemini kavrayıp tanıtım faaliyetlerini ve birebir ilişkilerinin sürekliliğini artırabilirse, uluslararası mobilya pazarında çok daha iyi bir konuma gelebilir. 2023 yılı için öngörülen gösterimlerine göre Türkiye mobilya endüstrisi dünya sıralamasında ilk 10, Avrupa sıralamasında ise ilk 5 en büyük mobilya üretimi yapan ülke konumuna gelecektir (TOBB Ankara, 2013).

1.3. Mobilya Fabrikası Atıkları

Dünyada ki lif kaynaklarının % 68,5' ini ağaçlar teşkil etmekte ve geri kalan % 31,5' lik kısmını ise tarımsal esaslı lifler teşkil etmektedir. Bu lignoselülozik polimerik kompozit üretiminde kullanılan en önemli dolgu ve/veya takviye hammaddesi kaynağıdır. Tarımsal esaslı lifler içerisinde pirinç sapı, pirinç kabuğu, bambu, jüt, kenaf, keten, sisal, kenevir, rami gibi ürünler sayılabilir (Arslan ve ark., 2007).

Lignoselülozik malzemeler kimyasal olarak yaklaşık % 90-99 oranında selüloz, lignin ve hemiselülozlardan oluşmaktadır. Ayrıca, daha az oranda olmak üzere (% 1-10) inorganik (kül) ve organik bazı renk, koku vb. ekstraktif maddeler de bulunmaktadır. Devlet İstatistik Enstitüsünün (DİE) 2007 verilerine göre ülkemizin tarım ve orman alanlarının % 34,9 unu orman, % 27,9' unu ekili tarım alanları, % 7' sini nadas alanları ve geriye kalan kısmını ise çayır ve mera arazileri, sebze ve meyve bahçeleri oluşturmaktadır. Bu arazilerden önemli miktarda biyokütle üretimi elde edilmektedir. Elde edilen ürünler asli kullanım alanlarında değerlendirildikten sonra önemli miktarlarda atıklar oluşturmaktadır (DİE, 2007).

Teknolojik gelişmelerin büyük bir hızla devam ettiği günümüzde, çevre – teknoloji uyumunu sağlamak, yaşanılabilir bir dünya için, son derece önem arz etmektedir. Bu nedenle katı atıklar içinde değerlendirilebilir olanların, ayrı toplanması, cinslerine ayrılması, fiziksel, kimyasal ya da biyolojik işlemlerle ikincil hammaddeye veya tarım girdisine dönüştürülmesi gerekmekte olup bu amaçla gerçekleştirilen faaliyetlerin tümü geri dönüşüm olarak adlandırılmaktadır. Mobilya fabrikası atıklarının da Şekil 1.1. deki kompozit üretilerek geri dönüşümü sağlanabilmektedir.



Şekil 1.1 Mobilya atıklarının kompozit ürünlere dönüştürülmesi

Mobilya fabrikalarındaki atıklar toz emme makinalarında toplanmaktadır. Ahşap endüstrisinde makinelerin ahşap malzeme veya türevlerini işlemesi anında kesici takımlardan açığa çıkan tozun makineden uzaklaştırılması için kullanılan vakumlu toz

toplama sistemleri genellikle gün boyu çalışmaktadır. İşletmelerde genellikle toz toplama sistemleri ilk etapta makinelere göre hesaplanmakta ancak daha sonra eklenen makineler ile kapasite yetersiz geldiği için görevini tam yapamamaktadır.

Standart toz toplama sistemlerinde özellikle KOBİ düzeyindeki işletmelerde torbalı depolama yapan üniteler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin kapasiteleri 2.000 m³/h ile 100.000 m³/h olmakla beraber tüm makinelere rahatlıkla uygulanabilmekte ve yatırım maliyeti düşük ancak işletme maliyeti yüksek ünitelerdir. şekil 1.2. de böyle bir ünitenin şekli gösterilmiştir.



şekil 1.2 Torbalı tip filtre toz toplama sistemi

Torbalı sistemlerin ekonomik, kolay kurulum ve hızlı montaj avantajlarının olması nedeniyle sektörde en fazla tercih edilen sistemlerdir. Ancak kapasitesi sabittir herhangi bir makine eklendiğinde aynı filtreden bağlantı yapma şansı yoktur, yani taşıma hızını artıramazsınız dolayısıyla yk arttıkça kapasitesi düşecek ve gereksiz enerji sarfına neden olacaktır. Çalışma anında yüksek talaş yüküne maruz kaldığı durumlarda tıkanmalara neden olmaktadır. Bu tıkanmadan kaynaklı talaş taşıma boruları içerisinde biriken ahşap tozunun aşırı yükü nedeni ile bağlantı yerinden kopan tesisat rneği şekil 1.3.’de gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Toz emme borularında biriken talaş

Şekil 1.3’ te görüldüğü gibi aktarım boruları içerisinde zamanla biriken ahşap tozu sistemin verimini düşürdüğü gibi tüketimini de artırmaktadır (URL 1).

Türkiye’ de büyük miktarda orman endüstrideki atıkları ve tarımsal atıklar mevcut olup rasyonel bir şekilde değerlendirilmemektedir. Ülkemizdeki çok miktarda bulunan bu lignoselülozik hammaddelerin geri dönüşümü sağlanarak polimer-kompozit üretiminde değerlendirilmesi mümkün olabilmektedir (Mengeloğlu, 2006).

Odun hammaddesi gün geçtikçe çok değişik alanlarda kullanılmaya başlanmıştır. Dolayısıyla odun hammaddesine olan talep ve mevcut arz dengesizliğinin kaçınılmaz olacağı açıktır. Bu nedenle, odun lifi yerine zirai ve diğer kaynaklı alternatif liflerin kullanılması, kullanılan hammaddenin geri dönüşümü, daha etkin teknolojiler ve iyi kaliteli ürünlerin geliştirilmesi gelecekteki odun arz ve talep tablosunda önemli rol oynayacağı görülmektedir (Cooper ve Balatinecz, 1999).

KESERLER AHŞAP DEKORASYON FABRİKASI orta ölçekli bir firmadır. Laminat kaplama bölümü, kapı imalatı bölümü, kesim-ebatlama bölümü, pvc bantlama bölümü ve boyama bölümleri olmak üzere toplamda altı bölümden oluşmaktadır. Ve her ay ortalama 3 ton atık çıkmaktadır. Bu atıkların %45’ini yongalevha, %30’unu MDF, % 20’sini kereste atığı ve % 5’ini PVC atığı oluşturmaktadır. Mobilya üretiminde ortaya çıkan bu atıkların madde miktarı ölçülendirilirken kullanılan testere kalınlığı çok önemlidir. Genellikle mobilya sektöründeki testere kalınlığı 0,8 mm’den 3,5 mm arasındadır. Kiriş, oluk, lamba açmak gibi özel işlemler yapılmış olan testere bu standardın dışındadır. Genel olarak mobilya üretimi ve kullanımı esnasında ortaya çıkan atık miktarı orta ölçekli bir firmada yıllık üretim miktarına bağlı olarak yaklaşık 1,5 milyon m³ olduğu söylenebilir.

1.4. Boyalar

Renk vermek veya dış etkilere korumak için eşyaların yüzeylerine sürülen, içine katılan renkli veya renksiz maddelere boya denilmektedir. Boya; uygulandığı yüzeyleri güzelleştiren ve o yüzeyler üzerinde koruyucu tabaka meydana getiren dekoratif bir malzemedir.

Boyalar imal edilirken kullanılan reçine türlerine göre şöyle de isimlendirilir:

- Yağlı boyalar
- Sentetik boyalar
- Selüloz boyalar
- Selülozik boyalar
- Poliüretan boyalar
- Epoksi boyalar
- Emülsiyon boyalar
- Klor kauçuk boyalar
- Akrilik boyalar
- Kimyasal boyalar

Boyaların üretiminde kullanılan bağlayıcı (reçine, yağ vs.), pigment (renklendirici), kimyasal katkı malzemeleri (kurutucular), solentler (çözücü ve incelticiler) oranları değişik şekillerde formüle edilerek astar, yarı mat ve parlak boya çeşitleri elde edilir ve piyasaya sürülür.

Mobilya boyamadaki amaçları şu şekilde sıralamak mümkündür.

- Mobilyaları korumak
- Mobilyalara estetik bir görünüm kazandırmak
- Havanın bozucu etkilerine dayanıklılık

Boyama uygulama şekilleri; Fırça ve sünger ile boya sürmek, tabanca ile boya sürmek, havasız püskürtme, elektrostatik püskürtme, daldırma tekniği, dökme makinesi ile boyama, silindirli makine ile boyama şeklinde sıralanabilir (MEB, 2011).

1.4.1. Selülozik Boyalar ve Özellikleri

Çoğunlukla pamuktan ve odundan elde edilen selüloz, bitkilerin hücre çeperlerini oluşturan organik bir maddedir. Selülozun alkollerle ve asitlerle tepkimesinden elde edilen nitroselüloz reçineleriyle selülozik sistem boya ve vernikleri yapılmaktadır. Selülozik bazı

yüzey koruyucuları içerdikleri solventlerin (çözücü) buharlaşması ile film oluşturulur. Dış şartlara dayanıklılığı çok az olması nedeniyle iç mekânlarda dekoratif ve estetik özellikler aranan ahşap materyallerde geniş şekilde kullanılmaktadır. Sıvı halde ağaç malzeme yüzeyine sürüldükten sonra tekrar katı hale geçmesi için bileşiminde bulunan çözücüler buharlaşmalıdır. Bu özelliğiyle selülozik sistemler çözücü buharlaşması ile sertleşir. Çözücülerin buharlaşma hızı ortam sıcaklığı ile doğru orantılıdır. Ortam sıcaklığının artışı süreyi kısaltıcı etki yapar. Bu nedenle selülozik sistem uygulaması yapılan yerlerde buharlaşma hızı artırılmalıdır (MEGEP, 2007).

Bu tez çalışmasında kullanılan boya tipi selülozik boyadır. Nitro selüloz esaslı malzemelerden üretilmiştir. 1980' li yıllara kadar otomotiv sektöründe kullanılmıştır. Daha sonra bir süre tamir boyası ve mobilya boyası olarak kullanılmıştır. Acil küçük parça boyamalarında ve kısa sürede giderilmesi gereken boyama hatalarının düzeltilmesinde kullanılır.

Selülozik boya selüloz esaslı bir boyadır. Tüm selüloz esaslı malzemeler gibi solvent buharlaşması ile kuruyan son kat boyalardır. Çok çabuk kuruyan bir son kat boyadır. Çok fazla solvent içerir ve molekülleri arasındaki bağ kuvvetli değildir. Atmosfer etkilerine fazla dayanıklı değildir. Bu nedenle güneş altında çok çabuk süngerimsi hal alır. Çok kısa sürede tozlaşır fakat önlemek için üzerine sık aralıklarla pasta cila uygulaması yapılır. Bunun yanı sıra selülozik boyaların ömrünü uzatmak için, selülozik boyaların üzerine uygulanabilen vernikler üretilmiştir (MEGEP, 2007).

Selülozik son kat boyalar, selülozik tinerle inceltilerek kullanılır. Çok çabuk kuruduğu için sıcak havalarda kuruma hızı da artar. Hızlı kuruması yüzeye yayılmasını engeller. Yüzeye yayılmasını sağlamak için sıcak havalarda içerisine retarder (geciktirici) konulur. Retarder, kuruma süresini geciktirerek yüzeye yayılmasını sağlar. Uygulamalar sırasında selülozik astar ve macunlar üzerine uygulanması iyi sonuç verir. Son dönemlerde akrilik astarlar üzerine de uygulanmaktadır. Üreticiler akrilik boya özelliklerine yakın özelliğe sahip boya üretimi yapmaktadır. Komple araç boyanması için tavsiye edilmemektedir (MEGEP, 2007).

1.5. Laminat Kaplamalar

Kaplama dış etkilere karşı korumak veya görünüşünü güzelleştirmek için cisimlerin yüzeylerinin başka bir maddeyle örtülmesi işlemidir. Kaplama bölümünde ilk olarak çalışma ortamı çok önemlidir. Çalışma ortamının sıcaklığı minimum 30 °C derece

olmalıdır. Bu değerin altında kaplama işleminde problem çıkmaktadır, olası sorunlar genelde tutkalın profil yüzeyine yapışmaması yada yapışma kalitesinin düşük olmasıdır. Profil kaplama işleminde makine safhası bittikten sonra tutkal tam olarak yapışma reaksiyonunu ilk 6 saatte gerçekleştirmektedir. Dolayısı ile ilk 6 saat çok önemlidir. Bunun için ortam sıcaklığı çok önem taşımaktadır. Soğuk bir ortamda bekleyen yeni kaplanmış malzemede pvc md f yüzeyine tam yapışmayıp uç kısımlarda ayrılmalar gözlenmektedir. Bu tam yapışmama sorunu mobilya kullanımında sorun çıkarmaktadır. İlk 6 saatten sonra ortam sıcaklığının profil üzerinde etkisi minimum seviyededir. Sadece aşırı sıcak ve aşırı soğuk ortamlar malzemeye zarar verir.

Termoset reçinelerle emprenye edildikten sonra, yüksek basınç ve sıcaklık ile hazırlanmış, bir veya her iki yüzü de renklendirilmiş ve dekoratif amaçla şekillendirilmiş levhalara ‘‘Laminat Levha’’ denir.

Yapay reçine sıvısı emdirilmiş kağıtların üst üste konularak sıcak preslerde sıkıştırılmasıyla elde edilen laminat malzemelerin ilk üreticisi 1913 yılında ABD Cincinnati’ de bulunan Formika Firması olmuştur. Bu firma uzun bir süre sonra 1945 yılında Avrupa’ daki ilk tesisini İngiltere’ de kurmuştur. Laminat malzeme Türkiye’ye ise 1948 yılında getirilmiştir ve o günden bu güne Türkiye’ de laminat adının formika olarak bilinmesine neden olmuştur. Türkiye’ nin ilk lamine tesisi olan Bolu SAKA Fabrikası 1966 yılında işletmeye açılmış ve üretilen lamine levhalar Sümer Mika ticari adıyla piyasaya arz edilmiştir. Her yeni gün özelliklerini biraz daha iyileştirme çabaları sonucu yerli ve yabancı yeni üretici firmalar özel adlarıyla laminatlarını piyasaya sürmektedirler(URL 2).

Laminat malzeme çok geniş kullanım alanı ve üstün özellikleri olan bir malzemedir. Avrupa da yonga levha üreticileri tesislerinde yaptıkları ek yatırımlarla levhalarını boyutlandırılmış yarı mamul veya genellikle kaplanmış halde pazara sunmaktadırlar. Laminat malzemenin belirli bir pazar payına sahip olması, mobilya türlerine olan talebin artması, çok geniş desen imkânları ve avantajları olması bu malzemenin hızlı bir şekilde yayılmasını sağlamıştır. Bu gelişmelere bağlı olarak ülkemizde mobilya sektöründe son yıllarda laminat kullanımı da artış göstermiştir (URL 3).

Laminat kaplama yüzeylerin kolay temizliği, çizilme oranının azalması, asitlere ve diğer maddelere dayanıklılığı yönünden kullanıcılara kolaylık sağlar. Laminatlar renk ve tekstür çeşitliliği yanında estetik açıdan da çekicidir ve mobilyaya fiziksel ve mekaniksel üstünlük sağlar (URL 3).

Marangozlukta, çeşitli ağaçlardan elde edilen ceviz, abanoz gül ağacı gibi parlak ve güzel değerli malzemelerden ince bir levha olarak kesilen desenlerin mobilyanın yüzeyine yapıştırılması işlemine de kaplama denir. Kaplama işlemi; ebatlarının küçük olması, az bulunmaları veya işlenmesinin zorluğu sebebiyle masif olarak kullanılamayan güzel desenli ağaçlardan mobilya sektöründe daha fazla faydalanılmasını sağlamaktadır (URL 3).

Günümüzde yonga levha gibi suni ahşapların yüzeylerini yada düşük nitelikteki ahşapların yüzeylerini kaplamak için uzun, ince kaplama levhaları tercih edilmektedir. Değer bakımından daha değerli olması istenen mobilyalarda ise kaplama levhalardan kesilen küçük parçalar, belli bir çerçeve içine, ağaç damarlarının çeşitle yönlerle getirilmesiyle karmaşık veya basit desenler meydana getirecek şekilde yapıştırılmaktadır. Bu şekilde yapılan kaplamalarda ışığın yönüne göre ton değişimleri görülür (Özdemir ve ark., 2013)

Ahşap kaplamalar, kadronların üzerine oturduğundan ve dolayısı ile aralarında ısı tutucu olarak çalışan bir hava tabakası bulunduğundan ısı nüfuz değeri diğer kaplamalara göre daha sağlıklıdır. Türk standartlarına göre parke kalınlıkları 17(+2) ve 22(+2) mm dir. Genişlikler, 5' er mm' lik farkla 30-100 mm arasında değişir; uzunluklar 50' şer mm farkla 200-1000 mm arasındadır (Özdemir ve ark., 2013).

Mobilya ve dekorasyonda, büyük bir tüketim potansiyeli bulunan laminatlar; günümüzde seri mobilya üretiminin ana materyali olarak hizmet eden levha ürünlerinde (Yongalevha, MDF, Kontoplak vb.), malzeme yüzeyinin kaplanarak değerinin artırılması gerek direnç gerekse estetik özelliklerinin iyileştirilmesi yönünden önemli bir yere sahip olmuştur. Bu amaçla, levha ürünlerinde yüzeye genellikle melamin reçine filmi veya finiş folye kaplanmakta olup, dekor kağıtları bu yüzey kaplama malzemelerinin temel hammaddesini oluşturmaktadır. 1980 li yıllardan bu yana dünya ticaretinin gelişmesiyle birlikte dekor kağıtları ve bunu kullanan endüstri dalları ve bir yandan da rekabet koşulları nedeniyle daha kaliteli ürün elde edebilmek için uluslararası piyasada yer alma çabası içine girmiş bulunmaktayız. Ancak son yıllarda Avrupa' da dekor baskı makineleri, emprenye tesisleri, laminasyon presleri ve de taşıyıcı malzeme olarak yonga levha ve MDF üretiminde duraklama görülmektedir. Dekor kağıdı endüstrisinde dünyada bilinen birkaç firma hâkim bulunmakta olup, bu çalışmada, geniş ölçüde bu piyasada en büyük paya sahip PWA Dekor firmasının verileri esas alınmıştır (URL 4).

1.6. Plastikler

Normal sıcaklıkta genellikle katı halde bulunan, ısı ve basınç kullanılarak mekanik yöntemlerle kalıplanabilen veya şekillendirilebilen organik polimer maddelere plastik denilmektedir.. Plastik malzemeler yeni gruplarından olmasına rağmen, günlük hayatımızda en çok tercih edilen malzemelerdendir. Çok kısa zaman içerisinde kullanım alanları yaygınlaşmış ve ekonomik önem kazanmışlardır. Bunun nedeni ise plastik malzemenin çeşitliliklerinin ve özelliklerinin çok fazla olmasıdır. Kısa sürede kullanımları yaygınlaşmış ve ekonomik önem kazanmışlardır (Yaşar, 2001).

Plastik malzemenin gün geçtikçe kullanımını artıran başlıca nedenler arasında; dökülebilir malzemenin uzak mesafelere taşınması açısından elverişli bir dayanıklılığa sahip olması, saydam hale getirilebilen türlerinin olması, ışığı geçirmeyen türlerinin yapımının kolay olması, ambalaj malzemesinin sıkıştırılarak taşınabilir olması sayılabilir. Bunun yanı sıra hafif olması, taşıma maliyetine etkisini azaltmaktadır (DİE, 2003).

Polimer maddeler plastiklerin üretiminde doğrudan kullanıldığı gibi, plastik malzemede istenilen bazı özelliklere göre katkı maddeleri de katılarak kullanılabilir. Bu katkı maddeleri; antioksidanlar, birleştirici ajanlar, dolgu maddeleri, kaydırıcılar, antistatik ajanlar, ısıl stabilizörler, plastikleştiriciler, renklendiriciler, viskozite düşürücüler ve dayanıklılığı artırıcılar gibi plastiğe son kullanımda özellik veren maddelerdir. Bu maddelerin katkı oranı ve cinsi plastiğin cinsine ve amacına göre değişmektedir (Karaduman, 1998).

Plastiklerin günlük hayatımızda özellikle ambalaj sanayisinde kullanımının fazla olması, ambalaj ömrünün çok kısa olması nedeni ile, çok kısa sürede atık haline geçmesine yol açmıştır. Bu konu üzerine yapılan araştırmalar sonucunda Avrupa ülkelerindeki katı atıkların üçte birini ambalaj atıklarının oluşturduğu, ambalaj atıklarının ise yaklaşık olarak %11 'inin plastikler olduğunu göstermektedir. Bu oran ağırlığa göre hesaplanmış olup, hacimsel olarak incelendiğinde, bu rakamın çok daha büyüdüğü görülebilir. Yoğunluk cam ve kağıt ambalajlardadır (Ceylan, 2006).

1.6.1. Türkiye'deki Plastik Endüstrisi

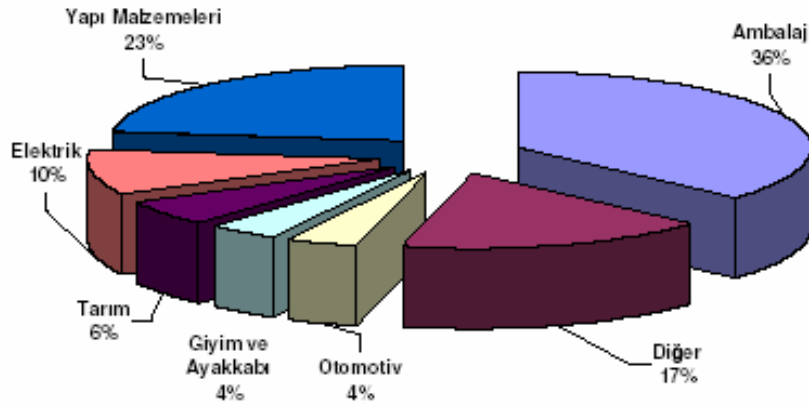
Plastik malzemeler tüm dünyada demir, cam ve ağaç malzemeye alternatif olarak kullanılmakta olup her geçen gün yeni uygulamalara imkân sağlamaktadır. Özellikle kolay uygulanabilirlik ve ekonomiklik, plastiğin alternatif maddelere göre tüketimini

artırmaktadır. Hatta dünyada plastik tüketiminin fazlalığı ülkelerin gelişmişliğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir (DPT, 2007).

Türkiye’de plastik endüstrisinin geçmişi 1960 yılına yani ülkemizin sanayileşme yıllarına dayanmaktadır. En hızlı büyüyen pazarlardan biri olarak dikkat çeken plastik sektörünün sanayi üretimi, 7. Plan döneminde (1996-2000) yılda ortalama %12,5 oranında artmıştır. İhracat artışı %13,2, ithalat artışı ise %14,9 olmuştur. 1995 yılında kişi başına düşen plastik tüketimi 14 kg civarındayken 1999 yılı sonu itibariyle 30 kg’a kadar artış göstermiştir. 1995 yılı itibariyle plastik işleme sektörünün kapasitesi 986.186 ton/yıl iken, 1999 yılı sonunda 2.630.580 ton/yıl’ a ulaşmış; kapasite kullanımı 2001 yılında %61,4 olarak gerçekleşmiştir (PAGEV, 2005).

Plastik sanayi üretimi 2000 yılı itibariyle 1.900 milyar dolar seviyesinde gerçekleşmiştir. 2001 yılında plastik ürünleri ithalatı 570,6 milyon Amerikan Doları, ihracatı ise 478,7 Milyon Amerikan Doları olarak gerçekleşmiştir. 2005 yılında 1,7 milyar dolarlık doğrudan ve 3 milyar dolarlık dolaylı ihracat ile kimyasallar sektöründe birinci ihracatçı sektör konumundadır (PAGEV, 2005).

Türkiye’de plastik tüketiminin yoğunluğunu günlük hayatta çok sık karşılaştığımız polietilen (PE), polipropilen (PP), polivinilklorür (PVC) , polistiren (PS) gibi plastikler oluşturmaktadır. PE; ambalaj filmlerinde, sera örtülerinde, sulama borularında, varil, bidon, şişe ve ev eşyaları vb. üretiminde, PP; çuval, sentetik elyaf, sıhhi tesisat boruları, ev eşyaları vb. üretiminde, PVC; pencere profili, lambri, boru, ambalaj filmleri, suni deri vb. üretiminde, PS ise ambalaj kapları ve ev gereçleri vb. üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır (Bektaşoğlu, 2005). Şekil 1.4 te de Türkiye’de sektörler bazında plastik kullanım grafiğini görebiliriz.



Şekil 1.4 Türkiye’de sektörler bazında plastik kullanımı (Anonim 2006)

Çevre kirleticisi olan plastikler aslında günlük yaşamımızda çoğu maddelere göre daha az zararlıdır. Cam şişeyi düşünecek olursak örnek olarak belirli bir sıcaklıkta yıkanarak tekrar kullanılabilir. Tekrar yıkanmasına rağmen içerisindeki tüm zararlı atık ve mikroplardan kurtulamamaktadırlar. Plastikler ise yüksek sıcaklıklarda eritilerek tekrar üretildikleri için mikroplarından arınmış olurlar.

1.6.2. Bazı Plastik Tipleri ve Özellikleri

Günlük hayattaki plastiklerin çoğu kömür katranı, petrol ve doğal gazların türevlerinden elde edilmektedir. Plastik malzemeler; sentetik maddelerdir, suya ve kimyasal maddelere karşı dayanıklıdır, ayrıca organik çözücülerle yumuşama ve genleşme özelliğine sahiptirler. Farklı plastiklerin elde edilebilmesi için, plastik malzemenin içyapısındaki elementlerde ve yapım yöntemlerinde değişiklikler yapılması ve plastik malzemenin farklı kimyasal tepkimelere tabi tutulması gerekmektedir (URL 4).

Birçok polimerde olduğu gibi plastiklerde de ana iskeleti $-C-C-$ bağı oluşturur. Bu bağın yanında ana iskelette $-C - (O)O -$, $-C(O)N=$, $-C-O-C-$ bağlarına da rastlanır. Polimerler monomerlerine bağlı olarak lineer zincir şeklinde veya üç boyutlu çapraz bağlı yapıda olabilirler ve bu da plastiğin termoplastik veya termoset olarak ikiye ayrılmasına neden olur. Termoplastikler lineer moleküler yapıda, termosetler de üç boyutlu moleküler yapıda polimerlerdir (Ezdeşir ve ark., 1999).

Sıcaklığın etkisiyle plastik malzemeler davranışları yönünden endüstride termoplastikler (lineer polimerler) ve termoset plastikler (uzay ağı polimerleri) olmak üzere iki gruba ayrılır.

Termoplastikler lineer polimerler olup sıcaklık artınca yumuşarlar, soğuyunca sertleşir. Genellikle sünek yapıya sahiptirler ve mekanik özellikleri yükleme hızına, yükleme süresine ve sıcaklığa bağlı olarak değişmektedir. Termoplastik malzemelerde şekil 1.5. te olduğu gibi moleküller uzun, ipliğimsi, birbirleriyle birleşmemiş moleküllerdir; kolayca eğilirler, kaymaya direnç göstermezler (URL 5).

Termoset plastikler ise polimerizasyon işlemi tamamlanınca sertleşirler, tekrar yumuşama olmaz ve bu plastikler gevrek olup şekil değiştirme olmadan kırılırlar. Bazı lineer polimerler molekül zincirleri arasında çapraz kovalent bağ oluşumu sonucu uzay ağı polimerlerine dönüşürler. Plastiklerin bu farklı davranış biçimleri moleküllerin kimyasal yapısından kaynaklanmaktadır. Bu da molekülün büyüklüğüne, moleküllerin diziliş şekline ve moleküller arası oluşan kuvvetli bağlara bağlı olarak değişir. Termoset plastiklerde Şekil 1.5' te görüldüğü gibi moleküller dallanmış, komşu moleküller arasında bağ köprüleri oluşturmuştur. Dallanma da makro molekülün yerine başka bir makro molekül eklenerek oluşur. Köprüleşme ise polimerlerin korozyonuna sebep olur (URL 5).



Şekil 1.5 Termoset ve termoplastik molekül yapıları (URL 5)

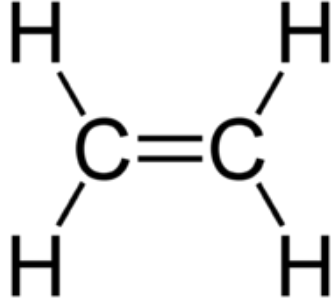
1.6.2.1. Termoplastikler

Polietilen (PE)

Polietilen; etilen monomerinin polimerizasyonu sonrasında oluşan, uzun zincirli yapıya sahip makro molekül homopolimerlerdir. Etilen monomeri Şekil 1.6'da verilmiştir. İlk yerli üretilen polietilen, alçak yoğunluklu polietilen olarak adlandırılan LDPE'dir (Ezdeşir ve ark., 1999).

II. Dünya savaşı sırasında alçak yoğunluklu polietilenin üretimi hızlandırılmış, elektronik, elektrik nakli, paketleme kalıplama alanında hammadde olarak kullanılmaya başlanmıştır. Daha sonrasında, Ziegler-Natta adıyla anılan yeni bir katalizörün bulunmuş ve etilen monomeri daha düşük basınçta polimerizasyon işlemine tabi tutulabilmiş ve

yapısının daha düzenli olması sağlanmıştır. Böylece yüksek yoğunluklu polietilen (HYPE) ve düz zincirli alçak yoğunluklu polietilen(LDPE) üretimi söz konusu olmuştur (Yaşar, 2001).



Şekil 1.6 Etilen monomeri

Günlük hayattaki plastikler içerisinde en fazla üretim potansiyeline sahip olan polietilenin toplam üretimi, plastiklerin üretiminin %40'ını oluşturmaktadır. Polietilen; çok yüksek darbe dayanımı, aşınma direnci, düşük sürtünme katsayısı, yüksek kimyasal dayanımı, geniş çalışma sıcaklığı, mekanik işleme kolaylığı, kolay temizlenebilme, kendinden yağlama özelliği ve bakteri üretmeme gibi özellikleri sayesinde birçok sektörde tercih edilmektedir. Çeşitli plastik işleme yöntemleriyle şekillendirilebilen polietilen; film, levha, profil vb. ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Ezdeşir ve ark., 1999).

Yüksek Yoğunluklu Polietilen (HDPE)

Yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) düz zincir yapısına sahip, yarı saydam veya renkli olan en çok kullanılan plastiklerden biridir. Yoğunluğu 0.94-0.97 gr/ml'dir ve 120 °C de maksimum seviyede kullanılabilir. Erime sıcaklığı 127-135 °C dir (Fried, 1995). Dokunulduğunda mum hissi veren, PVC' den biraz sert, film halinde puslu, orta sertlikte ve dayanıklı bir plastiktir. Kolay şekillenebilmesi, düşük maliyetli olması ve kırılmaya dayanıklı olduğundan geniş bir kullanım alanına sahiptir (Ezdeşir ve ark., 1999). HDPE yüksek darbe dayanımına sahip, sterilize edilebilen ve yük olmadığında 80 °C'ye kadar rahatlıkla kullanılabilen bir malzemedir ve enjeksiyona çok uygundur (Pişkin, 2000). HDPE' den üretilen en yaygın ürünler; plastik tüpler, atık torbaları, kablo yalıtımları, kovalar, parfüm ve losyon kapları, şişe, bidon, varil, süt, su, meyve suları, sıvı deterjanlar, motor yağı kapları, oyuncak, elektrik ve elektronik eşyalardır (Ezdeşir ve ark., 1999).

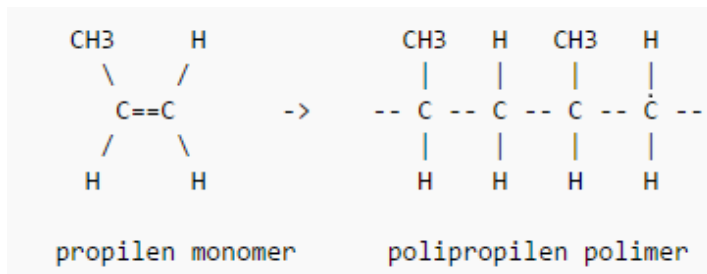
Alçak Yoğunluklu Polietilen (LDPE)

Alçak yoğunluklu polietilenin (LDPE) yoğunluğu 0.91-0.93 gr/ml'dir. LDPE 40-70 °C arasında kullanılabilen, sertliği ve dayanıklılığı HDPE'ye göre daha düşük, kimyasal dayanımı sınırlı buna karşılık darbe dayanımı daha yüksek polietilendir. Maksimum kullanılabilir sıcaklığı 80 °C' ve erime sıcaklığı 98-120 °C'dir (Fried, 1995). Esnek, yumuşak, kolay kesilebilir ve buruşmaz özelliğe sahip bir plastiktir. LDPE plastikleri, pürüzsüz, esnek ve nispeten saydam olduğundan dolayı en çok film hammaddesi olarak kullanılır ve bu plastikler, pigment ilave edilmezse süt beyazı rengindedirler (Ezdeşir ve ark., 1999). Genellikle yiyecek paketlenme, inşaat örtüsü, çuval, ziraat örtüleri ve çöp gübre torbaları imalatında ve esneklik, sertlik ve parlaklık istenen yerlerde kullanılmaktadır. Ayrıca kağıt, kumaş gibi yüzeylerin kaplanmasında kullanılmaktadır. Bu kaplama, yüzeye sertlik vererek dış etkilere karşı korunmasını sağlamaktadır (Ezdeşir ve ark., 1999).

Bağıl yoğunluğu ASTM standartlarında, Tip I olarak tanımlanan 0.910-0.925'tir. Mekanik dayanımı orta derece olup uzaması ve darbe dayanımı oldukça yüksektir. Yapısına bağlı olarak çekme dayanımı 100-300 kgf/cm² dir. Elektrik yalıtımı çok iyi olup yüksek frekanslı yerlerde teflon grubu plastiklerden hemen sonra gelir (Yaşar, 2001).

Polipropilen (PP)

Polipropilen yarı şeffaf, beyaz renkli ve oda sıcaklığında katı halde bulunan, düşük özgül ağırlıklı olefin sınıfı bir termoplastiktir. . Erime noktası 175 ° C civarındadır. 0 ° C nin altında kullanımı, mekanik özellikleri zayıfladığı için tercih edilmez. Isı ve ışığın etkisiyle kolayca bozulabilir ve kolay bir şekilde renklendirilemez. Düşük su absorpsiyonu ve su geçirgenliği vardır. Polipropilenin şematik gösterimi Şekil 1.7' de verilmiştir. Bugün dünyada 150'den fazla üretilmiş polipropilen türü bulunmaktadır ve bu sayının fazla olması da polipropilenin kullanım alanlarını artırmıştır. (Ezdeşir ve ark., 1999).



Şekil 1.7 Polipropilenin şematik gösterilişi

Polipropilenin paketlenme filmi, kaplama ve laminasyon malzemesi olarak kullanım alanı vardır ayrıca otomobil parçası, çeşitli ev aletleri, ev eşyası tel ve kablo

kaplamalarında, gıda maddesi ambalajında, halı ve yer döşemesi yapımında, halat ve çuval lifi üretiminde, akü kabı üretiminde, meşrubat şişesi kasalarında, laboratuvar donanımı yapımında, oyuncak yapımında, radyatör ızgaralarında, sentetik çim yapımında, plastik boru üretiminde, mühendislik plastiklerinin uygulamalarında, optik ve elektrik malzemelerinin imalatında, profil, levha, halı, keçe, paspas ve ilaç ambalaj sanayisinde kullanılmaktadır (Ezdeşir ve ark., 1999).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Mengeloğlu ve Özdemir (2008) yaptıkları çalışmalarında, yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) bazlı ahşap plastik kompozitlerin yüzey kalitesini ve kalınlığını, şişme-su emme özelliklerini araştırmışlardır. Ayrıca iki ticari kaplamaya (selülozik kaplama ve poliüretan lake kaplama) da aşınma ve çizilme direnci uygulanmış ve parlaklık değerleri belirlenmiştir. Bu çalışma, MAPE takviye maddesinin etkisi ile kompozitlerin modifikasyonunu, yüzey düzgünlüğünü artırmış ve panellerin şişme, su emme ve kalınlıklarını azalttığını göstermiştir. Kompozitlerin aşınma direnci de MAPE modifiye edilerek geliştirilmiştir. Yapışma gücü geliştirilmesi de SEM de görülmüştür.

Özdemir ve ark (2000) bu çalışmada, yüzey kaplama malzemelerinin yonga levhanın kalitesi üzerine etkilerini ve kaplanmış yonga levhaların bazı mekanik, fiziksel özelliklerini incelemiştir. Ayrıca yüzey kalitesine yönelik özelliklerin belirlenmesini araştırmıştır. Ahşap kaplama işlemi için, pres basıncı 2 kg/cm², pres sıcaklığı 110 °C ve pres süresi 3 dakika olan preste yonga levha üzerine m²' ye 150 gr gelecek şekilde ve üre formaldehit tutkal çözeltisi kullanılmış ve daha sonra üzerine son kat vernik atılmıştır. Deneme levhaları üç hafta süre ile 20 °C sıcaklık ve % 65 bağıl nem şartlarında klima odasında klimatize edildikten sonra deneyler için gerekli boyutlarda kesilerek tekrar klima odasına konulmuştur. Sonuç olarak, yüzey kaplama malzemeleri ile kaplanmış yonga levhaların, fiziksel ve mekanik özelliklerinde belirgin bir iyileşme kaydedilmiştir. Yüzey kalitesine yönelik deneyler sonucunda rulo ve yüksek basınç laminatın mutfak mobilyası mutfak mobilyası üretimi için daha uygun olduğu belirtilmiştir.

Li ve Matuana (2003) bu çalışmalarında, OPK üretiminde maleik anhidrit ile Kraft edilmiş polietilen (MAPE) veya polipropilen (MAPP) kullanımının etkinliğini farklı çalışmalarda değerlendirmişler; poliolefin esaslı uyumsuzluk gidericileri polietilen odun kompozitler içerisinde kullanmışlar ve MAPE uyumsuzluk gidericilerin MAPP' tan daha iyi çekme ve darbe direnci değerleri verdiğini tespit etmişlerdir. Benzer sonuçlar Lai ve ark (2003) ve Wang ve ark.(2003) tarafından da rapor edilmiştir.

Bledzki ve ark. (2005), yapmış olduğu çalışmada odun lifi çeşitlerini (sert odun ve yumuşak odun) ve birleştirme tekniklerinin (çift burgulu mil, iki vidalı ekstruder, yüksek hızlı karıştırıcı) polipropilen (PP) kompozitlerin özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. Uyumsuzluk giderici olarak MAPP kullanılmıştır. Ekstruder ile birleştirilen kompozitlerin absorbe edilen su değerlerinin en az, mekanik dirençlerin en iyi değerler verdiğini tespit

etmişlerdir. MAPP kullanımı çekme ve eğilme dirençlerini önemli bir şekilde artırırken, çekme ve eğilmede elastikiyet modülünde etkili olmadığını göstermişlerdir.

Döngel ve ark. (2008), bu çalışmasında masif ahşap ve ahşap esaslı döşeme kaplama malzemelerinin bazı teknik özelliklerini araştırmıştır. Bu maksatla poliüretan parke verniği ile kaplanmış doğu kayını masif parke, UV korumalı poliüretan vernik ile kaplanmış farklı malzemelerden oluşan dört çeşit laminant parke ve farklı orta katmana sahip dört çeşit laminant parke olmak üzere toplam dokuz çeşit örnek hazırlanmıştır. Sonuç olarak, su alma miktarı yüksek malzemelerin kalınlık artışı da yüksek bulunmuştur. Genişlik artış miktarı, ses yayılma hızı ve elastik modülü değerleri masif parkeye göre diğer örneklerin tamamında daha düşük bulunmuştur.

Kılıç (2006), bu çalışmasında bazı odun esaslı levhalar üzerinde kaplama yapışma direncinin belirlenmesini incelemiştir. Yaygın kullanımları nedeni ile yonga levha (MDF), lif levha ve yönlendirilmiş yonga levha (OSB) deney malzemesi olarak seçilmiştir. Radyal ve teğet kesitli çam, kayın ve meşe kaplamalar levha yüzeylerine polivinil asetat, üre formaldehit ve kontak tutkalları ile yapıştırılmıştır. Toplam 540 adet deney örneği TS 5339 standardında belirtilen esaslara göre denenmiştir. Deneyler sonucunda en yüksek yapışma direnci radyal kesitli kayın kaplama, yönlendirilmiş yonga levha ve üre formaldehit tutkalı kombinasyonundan elde edilmiştir.

Kurt ve Mengeloğlu (2006) bu çalışmalarında, tarımsal atıkların tarlada yakılarak veya sürülerek yok edilmesi yerine un veya lif haline getirilerek odun-plastik kompozit üretiminde değerlendirilmesinin daha doğru olacağını önermiştir.

Yao ve ark. (2008), yaptıkları çalışmada pirinç sapının, yaprağının ve yosun unu ile saf ve geri dönüşümden elde edilmiş HDPE karıştırıldıktan sonra üretilen kompozitlerin özelliklerini kıyaslamışlardır. Bu sonuçlara göre mekanik özelliklerin odun plastik kompozitlere göre kıyaslanabilir olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca pirinç kabuğunun bitkisinin diğer kısımlarından üretilen kompozitlere göre mekanik değerleri daha düşük olduğu anlaşılmış ve genelde gövdesi, yaprağı ve tamamı kullanıldığında mekanik özellikleri üzerinde çok fazla değişme göstermediği gözlenmiştir. Geri dönüşümden elde edilen HDPE ile üretilen örnekler ve saf HDPE' den üretilen örnekler kıyaslandığında geri dönüşümden elde edilenlerin HDPE ile üretilenlerin mekanik özelliklerinden daha iyi olduğu gözlenmiştir. Çalışma sonucunda pirinç sapının ve diğer kısımlarının geri dönüşüm ya da saf HDPE ile kullanılabileceği belirlenmiştir.

Yihua Cui ve ark. (2008) bu çalışmada, ahşap ve geri dönüştürülmüş plastik kompozit (WRPC) malzemeden tek vidalı bir ekstrüzyon presini kullanarak yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ve ağaç elyafı imal etmiştir. Odun elyafı ve HDPE, katkı maddesi olarak ta maleik anhidrit modofiyeli polipropilen (MAPP) kullanılarak, ağaç malzemenin yüzey işlemlerini geliştirmeyi araştırmışlardır. Malzemeler arasındaki ara yüzey yapışmayı geliştirmek için ağaç lifleri kullanılmıştır. İşlenmiş elyafların yüzey kimyası FTIR teknikleri kullanılarak değerlendirilmiştir. WRPC malzemelerin mekanik özellikleri üzerinde odun elyaf uzunluğu, ağırlık fonksiyonu ve yüzey tedavisinin etkileri incelenmiştir. Test edilen WRPC örneklerin kırılma yüzeyleri incelenmiş ve WRPC malzemelerin kırılma mekanizması da bu yazıda ele alınmıştır. Test sonuçlarına göre MAPP iyi bir birleştirme maddesi olarak uygun görülmüştür ve elde edilen ürünler alkali ile muamele edilmiştir. MAPP katkı maddesi, elde edilen ürünün bükülme mukavemetini, esneklik modülünü artırmıştır.

Arndt Wolkenhauer ve ark. (2008) bu çalışmalarında, atmosferik basınç ve havada plazma tedavi sonrası ahşap-plastik kompozit üzerinde yapıştırıcı ve boya yapışma özelliklerini (WPCS) araştırmışlardır. Yüzey topografya değişikliklerini algılamak için Owens-Wendt yaklaşımı ve atomik kuvvet mikroskopuna göre temas açısı ölçümleri ile yüzey enerjisi tespiti yapılmıştır. Yüzey enerjisinin polar bileşeni plazma işlemi sonrasında, yüzey pürüzlüğünde artışa geçmiş ve yüksek yapışma gücü gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sonuçları doğrulamak için, bağ gücü testleri yapılmıştır. Çekme dayanımı testleri ile plazma tedavisi yüzeylerde su bazlı, solvent ve yağ bazlı boyalarda artış gösteren yapışma bulunmuştur.

Killough (1995), bu çalışmasında plastiklerin genel olarak %50 ve %80 oranında odun-lifli plastik kompozitleri içinde yer aldığını ve bu kompozitlerin işlenme özelliklerini iyileştirdiğini incelemiştir. Kompozitlerin fiyatları kullanılan plastikten yakından ilgilidir. Termoset ve termoplastik olmak üzere iki genel tip plastik bulunmaktadır. Termoset plastikler genellikle nihai sertleştiklerinde erimez ve çözülmezler, bu nedenle genellikle fazla kullanılmazlar. En önemli termoset plastikler; epoksi reçinesi, fenolik reçine ve izosiyanattır. Bu plastikler pazarlarda tipik olarak elektrik izolasyon malzemesi ve yapıştırıcı olarak bulunmaktadır. Termoplastik reçineler ise ısı ile tekrar yumuşatılabilir. Bu nedenle termoplastik reçineler genel olarak kullanılmaktadır. Bu reçineler pazarlarda tipik olarak, şişe, ev eşyası, prefabrik yapı uygulamaları ve yiyecek ambalajı olarak kullanılmaktadır.

Yanhong Zheng ve ark. (2009) bu çalışmada kompozit yumuşama sıcaklığını (VST) incelemişlerdir. Polipropilen dolgu (PP) takviye olarak atık baskılı devre kartları (PCB) geri dönüştürülmüş, metal olmayan fizibilite kompozit (CU) koruyucu konsantrasyonu da test edilmiştir. Mekanik test ametaller kompozitlerin çekme ve eğilme özellikleri önemli ölçüde içine ametaller ekleyerek geliştirilebilir olduğunu göstermektedir. Çekme dayanımı, çekme modülü, eğilme dayanımı ve PP kompozitlerin eğilme modülü en fazla artış sırasıyla %28,4, %62,9, %87,8 ve %133,0 şeklindedir. VST testi metal olmayan varlığı potansiyel uygulamaları için ametaller PP kompozit ısı direncinin artırılabilir olduğunu göstermiştir. Yukarıdaki tüm sonuçlar PP kompozit dolgu takviye maddesi olarak metal olamayan kaynakların geri dönüşüm ve çevre kirliliğini çözmek için umut verici bir şekilde temsil ettiğini gösterir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. MATERYAL

Bu çalışmada, polimer olarak yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE S 0464) ve polipropilen (PP MH 418) kullanılmıştır. Dolgu maddesi olarak ise KESERLER AHŞAP DEKORASYON FABRİKASI'nın toz emmesinden alınan kereste, kaplama, yongalevha, MDF ve PVC bantlama atıkları kullanılmıştır. Toz emme ünitesinden alınan atıklar incelendiğinde bu atıkların %45'ini yongalevha, %30'unu MDF, % 20'sini kereste atığı ve % 5'ini PVC atığı oluşturduğu gözlemlenmiştir. Uyumsuzluk giderici olarak Clariant firmasından alınan Licocene PEMA ticari adlı maleik anhidrit ile muamele edilmiş polietilen (MAPE) ve Licomont AR 504 ticari adlı maleik anhidrit ile muamele edilmiş polipropilen (MAPP) kullanılmıştır. Yağlayıcı olarak parafin vaks (K.130.1000) kullanılmıştır.

3.2. METOT

3.2.1. Hammaddelerin Hazırlanması

Tez çalışmalarında kullanılan PE, PP ve katkı maddesi satın alındığı şekilde kullanılmıştır. Dolgu maddesi olarak kullanılan mobilya fabrikası atıklarının üretimler için hazır hale getirilmesi aşağıda açıklanmıştır. Fabrikanın toz emme ünitesinden alınan mobilya atıkları Şekil 3.1' de gösterilen öğütme makinesi yardımıyla un haline getirilmiştir.



Şekil 3.1 Wiley Değirmeni

Üretilecek olan kompozit örneklerin performansları üzerinde dolgu maddelerinin boyutlarının etkili olması sebebiyle un halindeki mobilya fabrikası atığı takviye maddeleri

boyutlarına göre sınıflandırılmıştır. Bu işlemin yapılabilmesi için şekil 3.2’ de gösterilen 20–40–60–80–100 ve 200’luk mesh gruplarına sahip sarsak elek kullanılarak eleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada 60-200 mesh boyutundaki elek üzerinde kalan takviye maddeleri kullanılmıştır.



Şekil 3.2 Sarsak elek

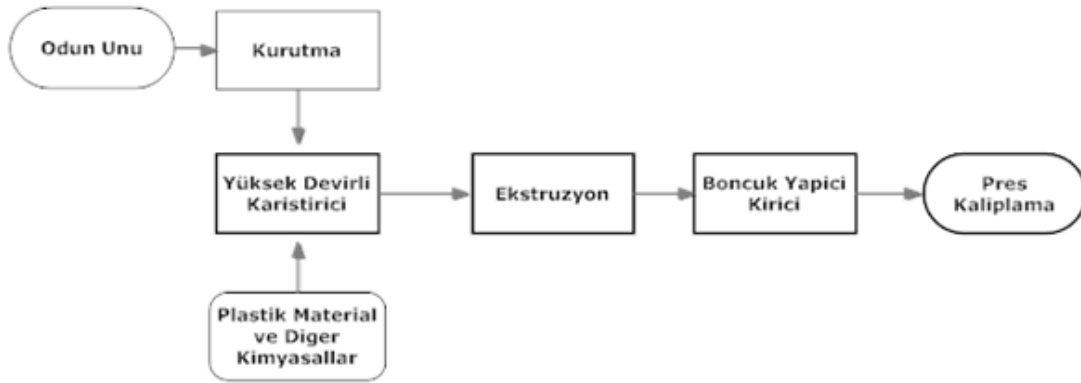
Sınıflandırılmış olan takviye maddeleri bünyesindeki suyun uzaklaştırılması için 24 saat süre ile 103 ± 2 O°C sıcaklıkta kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Mobilya fabrikası atığı takviyeli dolgu maddeleri kullanılarak polimer kompozit üretiminde dolgu maddelerinin kurutulmuş olması son derece önemlidir. Dolgu maddesi bünyesindeki uzaklaştırılmamış fazla su, üretim esnasında sıcaklık ile birlikte buhar oluşturmakta ve malzeme içerisinde istenmeyen boşluklar oluşturmaktadır. Bu boşluklara üretilen malzemelerin direnç özelliklerini olumsuz yönde etkilemektedir, performans kaybına sebep olmaktadır. Şekil 3.3’te gösterilen etüv bu amaçla kullanılır.



Şekil 3.3 Kurutma Fırını

3.2.2. Odun Plastik Kompozitlerin Üretimi

Mobilya fabrikası atığı takviyeli polimer kompozitlerin üretimi; boncuk üretimi ve kompozit levha üretimi olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilmiştir. Boncuk üretimi tek burgulu ekstruder yardımıyla gerçekleştirilirken levha üretimi ise pres kalıplama yöntemiyle soğutma özelliğine sahip sıcak preste gerçekleştirilmiştir. Bu üretim Şekil 3.4’ te gösterilen iş akışı izlenerek gerçekleştirilmiştir. Çizelge 3.1’ de mobilya atığı takviyeli PP esaslı kompozitlerin üretim reçetesi verilmiştir.



Şekil 3.4 Odun-Plastik kompozit üretimi iş akış şeması

Çizelge 3.1 Mobilya unu ile PP ile PE karışıklı kompozitlere ait üretim reçetesi (%)

Grup no	Polimer Tipi (PP) / (PE)	Polimer Oranı (%)	MAU Oranı (%)	MAPP/MAPE Oranı (%)	Vaks Oranı (%)
PP-0	PP	95	0	3	2
PP-1	PP	82.5	12.5	3	2
PP-2	PP	70	25	3	2
PP-3	PP	57.5	37.5	3	2
PP-4	PP	45	50	3	2
PE-0	PE	95	0	3	2
PE-1	PE	82.5	12.5	3	2
PE-2	PE	70	25	3	2
PE-3	PE	57.5	37.5	3	2
PE-4	PE	45	50	3	2

*MAU: Mobilya Unu

*PP esaslı levhalarda MAPP ve HDPE esaslı levhalarda MAPE kullanılmıştır.

Mobilya fabrikası atığı takviyeli polimer kompozit üretimi 6 farklı aşama olarak aşağıdaki sıralamayla gerçekleştirilmiştir. Bunlar sırasıyla;

- ✓ Takviye maddeleri 103 ± 2 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek tam kuru (% 0) hale getirilmiştir.
- ✓ Üretim reçetesine bağlı olarak plastik matrisi (PE veya PP), mobilya atığı unları, uyumlaştırıcı ve vaks yüksek devirli karıştırıcı (900-1000 devir/dk) (Şekil 3.5a) yardımıyla homojen bir karışım haline getirilmiştir.
- ✓ Oluşturulan homojen karışım Şekil 3.6'da gösterilen ekstruder içerisinde farklı ısıtma bölgeleri (170, 180, 190 ve 200 °C) yardımıyla eritilmiştir. Üretim esnasında kullanılan sıcaklık profili kullanılan polimerin erime sıcaklığından yüksek ve lignoselülozik dolgu maddesinin bozunma sıcaklığından düşük olacak şekilde belirlenmiştir. Bu kısımlar plastiğin eritilmesi, odun unu ve diğer katkı maddeleriyle homojen karışım haline gelmesini sağlamaktadır. Ekstruder içerisinde eritilmiş ve homojen karışım kalıba (die) doğru dakikada 40 dev/dk vida hızı ile itilerek çıkan karışım su banyosunda soğutulmuştur (Bkz Şekil 3.6)
- ✓ Soğutulan ekstruder çıktısı kırıcı (Şekil 3.5b) vasıtasıyla küçük boyutlu peletler (boncuklar) (Şekil 3.7) haline getirilmiştir.
- ✓ Ekstrüzyon işlemi sonrasında su banyosunda soğutulan ve kırıcı yardımıyla pelet haline getirilen malzeme su banyosunda soğutma işlemi esnasında almış olduğu rutubetin uzaklaştırılması amacıyla tekrar 103 ± 2 °C sıcaklıkta 24 saat bekletilerek tam kuru (% 0) hale getirilmiştir.
- ✓ Kurutulan peletler pres kalıplama yöntemiyle plaka (levha) haline getirilmiştir.



Şekil 3.5 Polimer kompozit üretiminde a) karıştırıcı b) kırıcı



Şekil 3.6 Tek vidalı ekstruder makinesi ve su banyosu ve üretilen kompozit materyaller

Pres kalıplama yöntemiyle örnek üretiminde; kurutulmuş peletler 3 mm kalınlık çitası kullanılan teflon bir plaka üzerine serilerek sıcaklığı 200 °C olan soğuma kapasiteli hidrolik preste (Şekil 3.8) 250x250x4 mm ebatlarında levhalar (Şekil 3.9) haline getirilmiştir.



Şekil 3.7 Kompozit peletler



Şekil 3.8 Soğutma kapasiteli sıcak pres



Şekil 3.9 Pres kalıplama ve üretilen levhalar

3.2.3. Kompozitlerin Boyanması ve Kaplanması

3.2.3.1. Kompozit Levhaların Laminat Kaplanması

Tez kapsamında üretilen kompozitler üzerine post-forming laminat uygulanmıştır. Post-forming laminat; özel makinelerde sıcaklık etkisi ile içbükey ya da dışbükey yönde, dönme çapı belirlenerek istenilen formu alabilen ve soğutulduğunda da aldığı formu koruyan dekoratif laminat kaplama malzemesidir. Tüm mobilya endüstrini içeren geniş bir uygulama alanına sahiptir.

Laminat kaplamaların üretiminde takip edilen aşamalar aşağıdaki gibidir;

1. Üretilen levha yüzeylerine tutkal (kontakt) sürülmesi,

Kontakt tutkalın özellikleri;

- a. Postforming ve her türlü yüzey uygulamaları için uygundur.
- b. Emülsiyon halindeki partiküllerin küçüklüğü sayesinde uygulanan yüzeylerdeki boşluklara nüfuz ederek tam ve sağlam yapışma sağlar.
- c. Fırçayla veya tabancayla uygulanabilir.
- d. Isıya karşı yüksek direnç özelliğine sahiptir.
- e. Isıtmalı veya ısıtmasız spreyleme sistemlerinin her ikisinde de sorunsuz kullanılabilir.

2. Tutkal uygulanan levhaların 10 dakika süreyle dinlendirilmesi,

3. Boyutlandırılmış laminat kaplamaların yüzeylerine tutkal sürülmesi,

4. Tutkal uygulanmış laminat kaplamaların 10 dakika süreyle dinlendirilmesi,

5. Dinlendirilen kaplamaların levha yüzeylerine yapıştırılarak şekil 3.10 daki pres yardımıyla preslenmesi. Uygulama soğuk presle yapılmış ve sadece baskı yöntemiyle yapışma sağlanmıştır. Kaplanmış levha görüntüsü Şekil 3.11’de gösterilmiştir.



Şekil 3.10 Laminat presleme makinesi



Şekil 3.11 Laminat kaplanmış levha

Üretilen kaplamalı levhaların kaplanabilme özellikleri yapılan testlerle incelenmiştir.

3.2.3.2. Kompozit Levhaların Boyanması

Üretmiş olduğumuz odun plastik kompozitlerin boyanmasında selülozik boya kullanılmıştır.

Kompozit malzemeye boyama işlemi Şekil 3.12’ de görülen boya tabancası yardımıyla püskürtme yöntemiyle yapılmıştır. Boyama işlemi iki kat olarak uygulanmış ve boyanan levhalar on beş dakika kurutulmaya bırakılmıştır. Böylece odun plastik kompozitler (OPK)’in boyama işlemi tamamlanmıştır.



Şekil 3.12 Boya tabancası

3.2.4. Mekanik Özelliklerin Belirlenmesi

Bu çalışmada üretilen kompozit örneklerin mekanik özellikleri Malzeme Testlerinde Kullanılan Amerikan Standartlarına (ASTM) uygun olarak yapılmıştır. Odun plastik kompozitlerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi için; Eğilme direnci testi (ASTM D 790), çekme direnci testi (ASTM D 638) ve darbe direnci testi (ASTM D 256) uygulanmıştır.

3.2.4.1. Eğilme Direnci Testi

Eğilme testleri ASTM D 790'a (ANONİM, 2003) göre gerçekleştirilmiştir. Test numuneleri 4x13x150 mm lik boyutlarda kesilmiştir. Eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin belirlenmesi için her gruptan 10'ar tane örnek Zwick/RoellZ010 Üniversal Test Makinesi kullanılarak (Şekil 3.13) gerçekleştirilmiştir. Deney numunelerinin boyutları 0,01 mm duyarlılıkta ölçülerek belirlenmiştir. Deney parçasının yerleştirildiği silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık 80 mm olarak ayarlanmıştır. Deney parçasının yüzeyine değişmez bir hızla yeknesak olarak yüklenmiş ve deney hızı 2 mm/dak olacak şekilde ayarlanmıştır. Kırılma anındaki kuvvet (Pmax) okunup eğilme direnci (ED) (3.1) eşitliğe göre hesaplanmıştır.

$$ED = \frac{3.P_{max}.L}{2.b.h} \quad (3.1)$$

Formülde;

ED: Eğilme direnci (MPa)

Pmax: Kırılma anında uygulanan maksimum yük (N)

L: Silindirik mesnetlerin merkezleri arasındaki uzaklık (mm)

b: Deney parçasının eni (mm)

h: Deney parçasının kalınlığı (mm)

Elastiklik modülünün belirlenmesinde eğilme direnci numuneleri kullanılmıştır. Elastik deformasyon bölgesinde uygulanan kuvvet farkı (ΔF) ve örnekteki sehimplere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (Δf) kullanılarak, elastiklik modülü (EM), (3.2) eşitliğinden yararlanılarak hesaplanmıştır.

$$EM = \frac{\Delta F \cdot L^3}{4 \cdot b \cdot h^3} \quad (3.2)$$

Formülde,

EM: Elastikiyet modülü (MPa)

ΔF : Elastik deformasyon bölgesinde yüklemenin alt ve üst limitlerinin aritmetik ortalamaları arasındaki farka eşit kuvvet (N)

L: Dayanak noktaları arasındaki açıklık (mm)

Δf : Net eğilme alanındaki sehim, yüklemenin alt ve üst limitlerinde ölçülen sehimlere ait sonuçların aritmetik ortalamaları arasındaki fark (mm)

b: Deney parçasının en kesit genişliği (mm)

h: Deney parçasının en kesit kalınlığı (mm)



Şekil 3.13 Zwick/Roell Z010 universal test makinesi ve eğilme direnci

3.2.4.2. Çekme Direnci Testi

Çekme testleri ASTM D 683'e (ANONİM, 2001) göre gerçekleştirilmiştir. Test örnekleri 4x13x165 mm'lik boyutlarda kesilmiştir. Testler Zwick/Roell Z010 Universal test makinesinde 5,0 mm/dk hızında gerçekleştirilmiştir (Sekil 3.14). Deneyden önce, kuvvetin uygulandığı enine kesit alanı 0,01 duyarlıkta (axb) ölçülüp, örneklerin çekme dirençleri (ÇD) uygulanan maksimum kuvvet (Pmax) yardımıyla eşitliklik (3.3) yardımıyla hesaplanırken, elastikiyet modülü değerleri ise gerilim-eğim eğrisi üzerinden % 0,05 ve 0,2 eğim aralığından hesaplanmıştır.

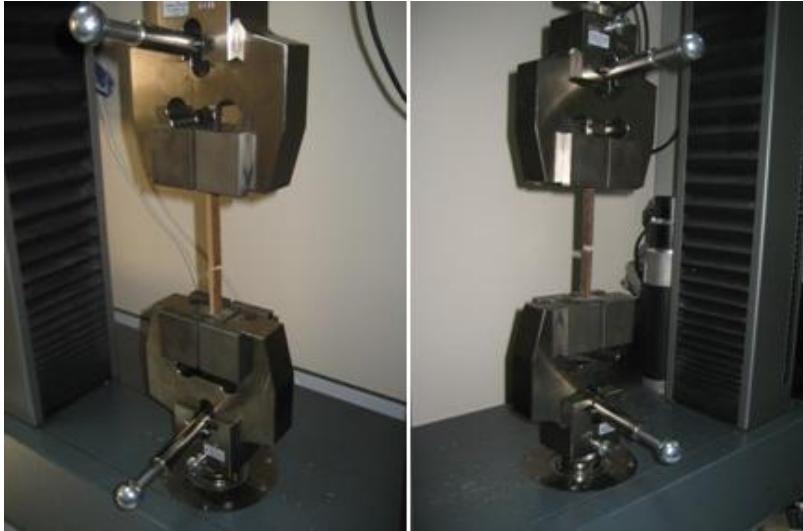
$$\text{ÇD} = \frac{P_{\max}}{a.b} \quad (3.3)$$

Formülde;

ÇD: Çekme direnci (N/mm²)

Pmax = Maksimum yük (N)

a ve b = Deney parçasının en kesitsel boyutları (mm²)



Şekil 3.14 Çekme direnci testi

3.2.4.3. Darbe Direnci Testi

Darbe direnci testleri ise ASTM D 256'ya (ANONİM, 2000) göre gerçekleştirilmiştir. Test örnekleri 4x13x64 mm'lik boyutlarda kesilmiştir. Test öncesi örnekler üzerinde şekil 3.15' te gösterilen PolytestRayRan™ cihazı yardımıyla çentik açılmıştır. Çentikleri açılan örneklerin darbe direnci testleri Zwick marka HIT5.5P test makinesinde gerçekleştirilmiştir (Sekil 3.16). Deney numunelerinin 0,01 mm duyarlıkta

ölçüleri belirlenmiştir. Hazırlanan deney numuneleri darbe direnci test makinesine yerleştirilerek deneye başlanmış numunenin kırılması için gerekli enerji (Q) belirlenmiştir. Dinamik eğilme (sok) direnci (DE) eşitlik (3.4) e göre hesaplanmıştır.

$$DE = \frac{Q}{B} \quad (3.4)$$

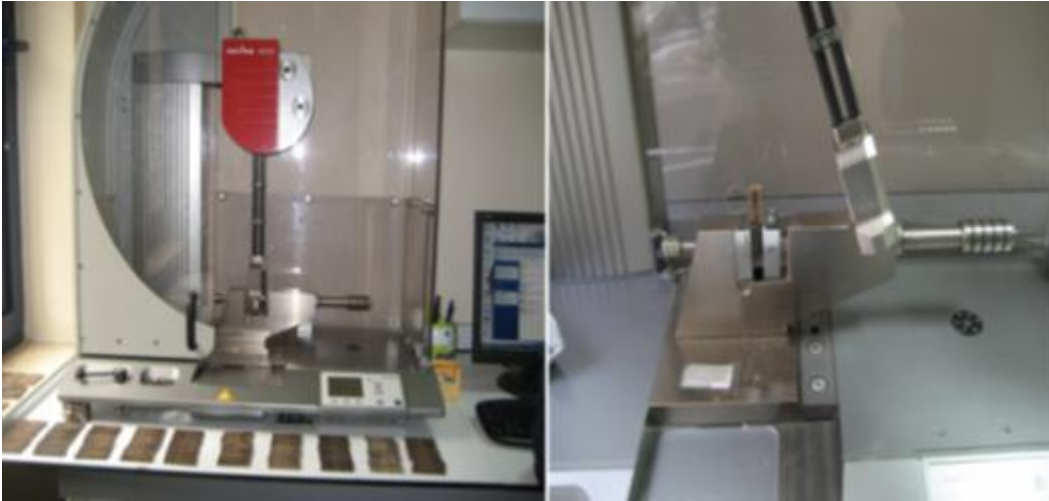
DE= Dinamik eğilme direnci (J/m)

Q = Deney parçasının kırılması için gerekli enerji (j)

B = Deney parçasının radyal ve teğetsel yönlerdeki boyutları (m)



Şekil 3.15 PolytestRayRan™ çentik açma cihazı



Şekil 3.16 Darbe direnci testi

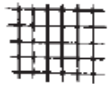
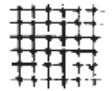
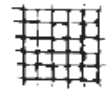
3.2.4.4. Çapraz Kesimle Yüzeye Yapışma Mukavemetinin Tayini

Ağaç yüzeylerine sürülen vernik katmanlarının, belirlenmiş aralıklarla keskin ve çoklu kesicilerle, bir uçtan diğer uca çapraz olarak katman kalınlığına kesildikten sonra

bant yapıştırılarak kaldırılmaya çalışılması sonucu yüzeye yapışma mukavemetleri tayin edilmiştir.

Denemelerde kullanılan kesici, özel alaşım çelikten hazırlanmış olup, kesici uç kama açısı 15° - 30° 'dir. Kuru film kalınlığı $50\mu\text{m}$ na kadar olan katmanlarda 1 mm aralıklı ve 11 kesici ağızlı, $50\mu\text{m}$ - $125\mu\text{m}$ arası 2mm aralıklı ve 6 kesici ağızlı, $125\mu\text{m}$ dan fazla olan katmanlarda ise jilet bıçak, bistürü vb. kesiciler kullanılır. Denemelerde 6 kesici ağızı bulunan kesicilerle karşıdan karşıya çapraz karelere ayrılacak şekilde ağaç yüzeyine kadar kesim yapılmıştır. Kesim işlemi bir kerede ve muntazam hareketlerle yapılmıştır. Kafes şeklinde kesilen bölgeye 75 mm uzunlukta, eksen kesim alanının ekseninde olacak şekilde ve düzgün olarak bant yapıştırılmıştır. Bant yüzeyden 180° açı yapacak şekilde tek harekette kaldırılmış, daha sonra deney alanı büyüteç ve ışık kaynağı kullanılarak incelendikten sonra Çizelge 3.2'ye göre değerlendirilmiştir. En 180° açı yapacak şekilde tek harekette kaldırılmış, daha sonra deney alanı büyüteç ve ışık kaynağı kullanılarak incelendikten sonra Çizelge 3.2'ye göre değerlendirilmiştir.

Çizelge 3.2 Çapraz kesimle yapışma mukavemeti değerlendirme tablosu

Sınıflar	Açıklama	Test alanı görüntüsü
5A	Kesim kenarları tamamiyle düzgün kafes şeklinde kesilmiş karelerde kopma yok	
4A	Kesim kenarlarında düşük miktarda pul-pul kopma olabilir. Kesişme yerlerinde kopma %5'den az olmalıdır	
3A	Kesim kenarları boyunca kesişme yerlerinde pul-pul kopma olabilir. Karelerdeki kopmalar %5 ile %15 arasında bulunabilir.	
2A	Kesim kenarları boyunca ve kesişme yerlerinde pul-pul kopma olabilir. Karelerdeki kopmalar %15 ile %35 arasında bulunabilir.	
1A	Kesim kenarlarında büyük parça kopmalar olabilir. Karelerdeki kopmalar %35 ile %65 arasında bulunabilir.	
0A	Kesim kenarlarındaki kopmalar ve karelerdeki kopmalar %65 den fazla bulunabilir	

3.2.4.5. Yapışma Direnci Deneyi

TS 5339'e hazırlanan örneklerin yapışma direnci deneyleri, 0,1 kN hassasiyetteki çekme esaslı test makinası ile yapılmıştır (Şekil 3.17). Örnek üzerine yerleştirilen deney

cihazının çekme kuvveti, 1 kgf'den fazla olmayan sabit bir hızla artırılmış ve deneyin 60 saniye içerisinde gerçekleştirilmesine dikkat edilmiştir. Deneylerden elde edilen kopma kuvvetlerine (3.5) eşitlikliği uygulanarak kaplama yapışma direnci hesaplanmıştır.

$$\sigma_y = P_{\max} / A \text{ N/mm}^2 \quad (3.5)$$

Burada;

σ_y = Kaplama yapışma direnci (N/mm²)

$P_{\max}$ = Kopma anındaki kuvvet (N)

A = Çekme yüzeyinin alanı (1000 mm²) dir.



Şekil 3.17 Yüzeye yapışma direnci test aleti

3.2.5. İstatistiksel Analizler

Bu tez çalışmasında verilerin incelenmesinde Dizayn-Expert®Version 7.0.3. paket programı yardımıyla Faktör Analizi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. İncelenen faktörler dolgu maddesi miktarı ve plastik tipi olmuştur. 1. Faktör 4 seviye (%0, %12,5, %25, %37,5 ve %50) ve 2. faktör ise 2 seviye (PE ve PP) olarak uygulanmıştır. ANOVA analizleri yapılarak faktörlerin önem düzeyleri incelenmiştir. $P < 0.05$ 'in altındaki değerler istatistiksel olarak önemli oranda farklı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR VE TARTISMA

Tez kapsamında mobilya atığı unu katkı polimer kompozitler üretilmiştir. Araştırılan iki faktörden birincisi dolgu maddesi miktarıdır ve nümerik bir faktördür. İkinci faktör ise polimer tipi olup kategorik bir faktördür. Üretilen yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) ve polipropilen (PP) esaslı kompozitlerin özellikleri iki başlık altında ele alınmıştır;

1. Mekanik özellikler ve
2. Boyanabilme ve kaplanabilme özellikleri

4.1. Mobilya Atığı Takviyeli Kompozitlerin Mekanik Özellikleri

Üretilen kompozitlerin çekme, eğilme ve darbe dirençleri gibi mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla testler gerçekleştirilmiştir. Çekme özellikleri olarak çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama, eğilme özelliklerinden eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri belirlenmiştir. Ayrıca darbe özelliği olarak ise darbe direnci değerleri belirlenmiştir.

Mobilya atığı takviyeli polimer kompozitlerin mekanik test sonuçları Çizelge 4.1’de özetlenmiştir. Çizelgede her bir grup için belirlenen aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Çalışmada iki farklı polimer ve 4 farklı oranda takviye malzemesi (mobilya fabrikası atığı unu) kullanılmıştır. Tartışmanın daha iyi yapılabilmesi amacıyla etkileşim grafikleri oluşturulmuş ve ANOVA (Varyans analizi) gerçekleştirilmiştir. Çekme özelliklerine ait etkileşim grafikleri Şekil 4.1’de verilmiştir.

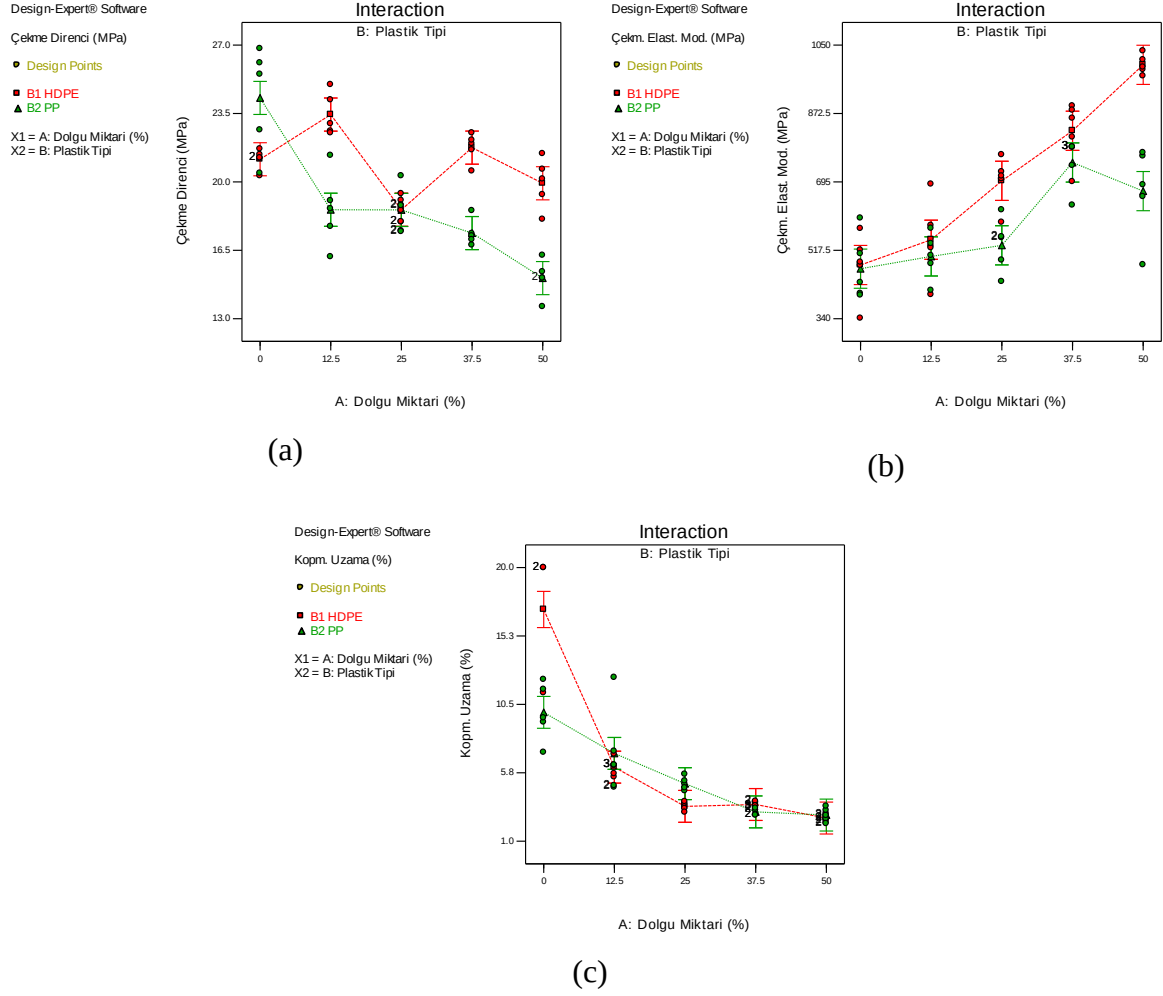
Etkileşim grafiğinin x ekseninde mobilya atığı unu (MAU) oranları verilirken y ekseninde ise ölçülen mekanik özellik gösterilmektedir. Grafik üzerinde kare ile gösterilen değerler HDPE kullanılarak üretilen kompozitlere ait iken üçgen ile gösterilen değerler ise PP esaslı kompozitlere aittir. Şekil 4.1a’da çekme direncine ait grafik verilmiştir. Mobil atığı unu (MAU) oranındaki artış ile hem PP hem de HDPE esaslı kompozitlerin çekme direnci değerlerinin önemli oranda azaldığı tespit edilmiştir ($P < 0.0001$). Bu düşüşteki en önemli sebebin kullanılan plastik matrisi ile lignoselülozik dolgu maddesi arasındaki uyumsuzluk olduğu düşünülmektedir (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008). Bu çalışmada yüzde üç (%3) oranında uyumsuzluk giderici kullanılmasına rağmen istenilen düzeyde bir iyileştirme sağlanamamıştır. Daha önce yapılan çalışmalarda da uyumsuzluk gideri kullanılarak iyileştirme sağlanmasına rağmen istenilen düzeylerde

iyileştirme sağlanamadığı rapor edilmiştir (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008; Mengelolu et al., 2007). Kullanılan polimer tipinin de kompozit malzemenin çekme direnci üzerinde etkili olduğu tesit edilmiştir ($P<0.0001$). HDPE esaslı kompozitlerin nispeten PP esaslı kompozitlere kıyasla daha iyi çekme direnci sonuçları sağladığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Mobilya atığı unu takviyeli polimer kompozitlerin test sonuçları

Örnek No	Çekme Direnci (MPa)	Çekmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Kopmada Uzama (MPa)	Eğilme Direnci (MPa)	Eğilmede Elastikiyet Modülü (MPa)	Darbe Direnci (j/m)
PE-0	21,16 (0,52)	479,26 (85,98)	17,09 (5,02)	26,78 (2,92)	1229,08 (166,13)	18,66 (3,29)
PE-1	23,44 (1,09)	544,93 (103,88)	6,14 (0,62)	39,03 (2,79)	1541,95 (93,28)	2,57 (0,41)
PE-2	18,57 (0,65)	697,67 (64,90)	3,42 (0,29)	43,05 (4,63)	1957,47 (200,24)	2,34 (0,40)
PE-3	21,75 (0,74)	827,61 (80,24)	3,55 (0,17)	46,97 (4,55)	2351,73 (216,73)	2,06 (0,17)
PE-4	19,93 (1,28)	998,75 (25,02)	2,61 (0,26)	41,98 (3,70)	2839,88 (178,37)	2,00 (0,09)
PP-0	24,30 (2,67)	469,73 (84,88)	9,94 (2,00)	37,19 (1,65)	1292,17 (66,97)	3,00 (0,44)
PP-1	18,57 (1,90)	501,62 (60,34)	7,09 (3,12)	29,42 (1,10)	1082,43 (60,49)	4,35 (0,40)
PP-2	18,57 (1,17)	530,42 (70,08)	4,99 (0,45)	31,78 (1,83)	1265,17 (114,74)	3,46 (0,24)
PP-3	17,38 (0,67)	745,29 (65,39)	3,03 (0,21)	31,97 (2,81)	1608,4 (198,86)	3,05 (0,28)
PP-4	15,08 (0,95)	671,04 (117,48)	2,81 (0,48)	29,95 (3,86)	1855,23 (270,84)	2,58 (0,28)

MAU*Mobilya Unu



Şekil 4.1 Çekme özelliklerine ait etkileşim (interaction) grafiği; a) Çekme direnci, b) Çekmede elastikiyet modülü, c) Kopmada uzama.

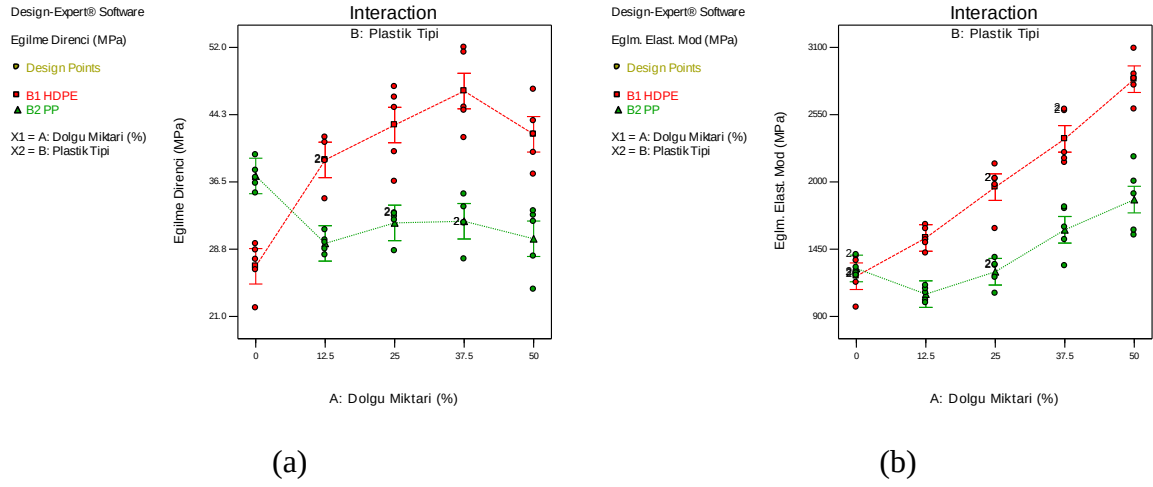
Şekil 4.1b ve Şekil 4.1c’de sırasıyla çekmede elastikiyet modülü ve kopmada uzama değerlerine ait etkileşim (interaction) grafikleri gösterilmektedir. MAU oranındaki artış ile hem PP hem de HDPE esaslı kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($P < 0.0001$). Bu artış odun liflerinin elastikiyet modülü değerlerinin polimerinkinden yüksek olması dolayısıyla matrise dahil edilen MAU oranına bağlı olarak artması beklenmektedir. Bu durum genelde farklı yoğunluk ve özelliklere sahip farklı malzemelerin birleştirilmesinde ölçülen değerlerin karışımı oluşturan malzemenin miktarına bağlı olarak hesaplanmasında kullanılan karışım kuralı ile açıklanmaktadır (Matuana et al., 1998). Kullanılan polimer tipinin de üretilen polimer kompozitlerin çekmede elastikiyet modülü değerleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ($P < 0.0001$). HDPE esaslı kompozitlerin nispeten PP esaslı kompozitlere kıyasla daha iyi çekmede elastikiyet modülü değerleri sağladığı tespit edilmiştir.

Kopmada uzama değerleri incelendiğinde ise, polimer tipine bakılmaksızın, MAU oranındaki artış ile bu değerlerin istatistiksel olarak önemli düzeyde azaldığı tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Polimer matrisi içerisine ilave edilen lignoselülozik malzemelerin kompozitlerin elastikiyet modüllerini yükselttiğı ve kompozit malzemeyi daha kırılgan hale getirdiğı diğer çalışmalarda da görülmüştür (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008). Bu çalışmada da MAU kullanımının üretilen kompozit malzemeyi daha gevrek hale getirdiğı ve bu nedenle kopmada uzama değerlerinin azaldığı düşünölmektedir.

Mekanik özellik olarak incelenen bir diğer yöntem ise eğilme testleridir. Şekil 4.2a'da eğilme direncine ait etkileşim grafiği gösterilmiştir. Yapılan istatistik analizleri sonucunda mobil atığı unu (MAU) oranının hem PP hem de HDPE esaslı kompozitlerin eğilme direnci değerlerini önemli düzeyde etkilediğı tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Polimer tipinde Ancak burada çekme direnci testlerine göre daha farklı bir durum gözlemlenmiştir. Kontrol örneklerine kıyasla PP esaslı kompozitlerde MAU oranına bağlı belirli bir düşüş olurken HDPE esaslı kompozitlerin eğilme direnci testlerinde ise artış gözlemlenmiştir. Normalde enjeksiyon kalıplama yöntemi ile üretilen polimer kompozitlerin eğilme direnci değerlerinde lignoselülozik esaslı dolgu maddesi oranındaki artışa bağlı olarak bir miktar artış görölebilmektedir (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008). Kullanılan polimer tipinin de kompozit malzemenin çekme direnci üzerinde etkili olduğu tesit edilmiştir ($P<0.0001$). Yukarıda bahsedildiğı üzere HDPE esaslı kompozitlerin nispeten PP esaslı kompozitlere kıyasla daha iyi eğilme direnci sonuçları sağladığı tespit edilmiştir. PP ile üretilen örneklerin değerlerinin daha düşük olmasının nedenleri arasında molekül ağırlıklarındaki farklılıklar, karışımın istenilen düzeyde yapılamaması ve PP matrisinin eriyik akış hızının HDPE'ye oranla daha düşük olması sayılabilir.

Eğilmede elastikiyet modölu değerlerine ait etkileşim (interaction) grafikleri Şekil 4.2b'de gösterilmiştir. MAU oranındaki artış ile hem PP hem de HDPE esaslı kompozitlerin eğilmede elastikiyet modölu değerlerinin istatistiksel olarak önemli düzeyde arttığı tespit edilmiştir ($P<0.0001$). Bu sonuçlar, karışımı oluşturan lignoselülozik dolgu malzemesi ile polimerin elastikiyet modölu değerlerinin birbirinden farklı ve dolgu maddesinin elastikiyet modölünün daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle de üretilen kompozitlerin nihai elastikiyet modölu değerleri lignoselülozik madde katılım oranındaki artışa bağlı olarak daha yüksek olmaktadır. Kullanılan polimer tipinin de üretilen polimer kompozitlerin eğilmede elastikiyet modölu değerleri üzerinde etkili olduğu bulunmuştur ($P<0.0001$). HDPE esaslı kompozitlerin nispeten PP esaslı

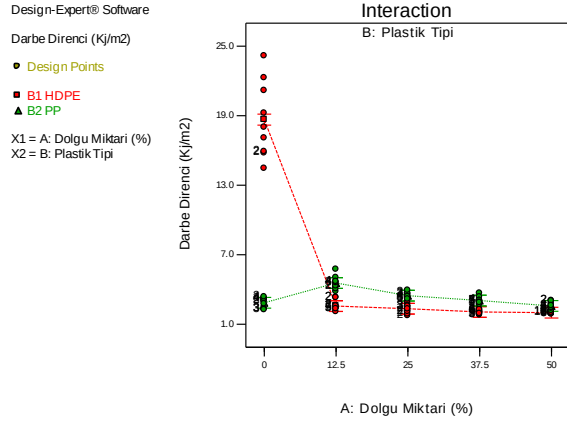
kompozitlere kıyasla daha iyi eğilmede elastikiyet modülü değerleri sağladığı tespit edilmiştir.



Şekil 4.2 Eğilme özelliklerine ait etkileşim (interaction) grafiği; a)Eğilme direnci, b)Eğilmede elastikiyet modülü

Bu tez çalışmasında üretilen polimer kompozitler kullanım alanları bakımından genelde plastik kerestelere alternatif olarak düşünülmektedir. Bu nedenle de bu tip malzemeler için kullanılan ASTM D 6662 (2001) standardıyla kıyaslanmıştır. Bu standart, poliolefin (PP ve PP) polimerlerden elde edilen polimerik kerestelerin sahip olması gereken eğilme test sonuçlarını göstermektedir. Eğilme direnci değerlerinin en az 6.9 MPa ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinin ise 340 MPa olması istenmektedir. Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere tez kapsamında üretilen ve test edilen PP ve HDPE esaslı kompozitlerin tamamı ASTM D 6662’de istenilen değerlerden daha yüksek eğilme direnci ve eğilmede elastikiyet modülü değerleri sağlamıştır.

Darbe direnci değerlerine ait etkileşim grafiği Şekil 4.3’de gösterilmiştir. Grafiğin x ekseninde mobilya atığı unu (MAU) oranları verilirken y ekseninde ise darbe direnci değerleri gösterilmiştir. Grafik üzerinde kare ile gösterilen değerler HDPE kullanılarak üretilen kompozitlere ait iken üçgen ile gösterilen değerler ise PP esaslı kompozitlere aittir. Grafik incelendiğinde içerisinde MAU bulunmayan örneklerde HDPE daha yüksek darbe direnci değerleri sağlarken içerisinde MAU olan örneklerde HDPE ve PP esaslı örneklerin darbe direnci arasındaki fark yok denecek kadar az olmaktadır. Polimerik matris içerisindeki MAU varlığı darbe direnci değerlerini oldukça olumsuz etkilemiştir. Bu durum genelde kompozit malzemenin kırılabilirliğinin artmasından kaynaklanmaktadır (Mengeloğlu ve Karakuş, 2008).



Şekil 4.3 Darbe direnci etkileşim (interaction) grafiği

4.2. Mobilya Atığı Takviyeli Kompozitlerin Kaplanabilme ve Boyanabilme

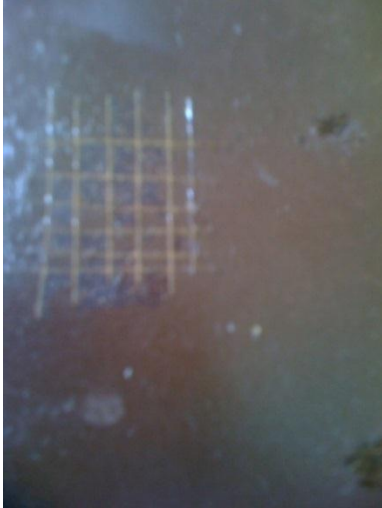
Özellikleri

Takviye elamanı olarak mobilya atığı unları (MAU) kullanılarak üretilen HDPE- ve PP esaslı polimer kompozitlerin boyanabilme ve kaplanabilme özellikleri araştırılmıştır. Boyama ve kaplama işlemleri ve uygulanan testler hakkındaki detaylı bilgiler materyal ve metot kısmında sunulmuştur.

Yüzeyleri boyanmış polimer kompozitler üzerinde çapraz kesimle yüzey yapışma testleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çapraz kesim testi sonucunda 1A ve 0A görüntüleri sırasıyla Şekil 4.4 ve 4.5’de gösterilmiştir. Tabloda elde edilen sonuçlara göre; PP-4 ve PE-4 kodlu levhaların yüzeye yapışma değerleri biraz daha iyi sonuç vermiştir. Bu levhalar %50 oranında MAU ihtiva etmektedir ve test esnasında boyanmış ve çapraz kesilmiş alanda % 60-% 65 civarında bir kayıp görülürken diğer levhalarda kesim alanının yaklaşık % 80 ile %100 arasında bir kayıp oluşmuştur. Levha bünyesindeki lignoselülozik madde miktarındaki artış boyanmayı olumlu yönde etkilemiştir.

Çizelge 4.2 Boyalı örneklere ait çapraz kesim yüzeye yapışma değerleri

Levha tipi	Yüzeye yapışma değeri
PP-0	0A
PP-1	0A
PP-2	0A
PP-3	0A
PP-4	1A
PE-0	0A
PE-1	0A
PE-2	0A
PE-3	0A
PE-4	1A



Şekil 4.4 Örneklerin çapraz kesimle yapışma deneyi sonrası durumu (1A sonucu)



Şekil 4.5 Örneklerin çapraz kesimle yapışma deneyi sonrası durumu (0A sonucu)

Tez kapsamında üretilen levhaların yüzeyleri laminat malzeme ile metot kısmında belirtilen şekilde kaplanmıştır. Kaplanan laminatın levha yüzeyine yapışma oranının belirlenmesi amacıyla yüzeye yapışma testleri gerçekleştirilmiştir. Yüzeyleri laminat malzeme ile kaplanmış polimer kompozitlerin yüzeye yapışma değerleri Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yapılan deneylerde laminat kaplamalı malzemelerde yüzeye yapışma direnci değerlerinin belirlenemediği görülmektedir. Kopma anındaki kuvvet elde edilememiştir, burada laminat malzemenin yüzeye yapışması gerçekleşmemiştir (Şekil 4.6).

Çizelge 4.3 Laminat kaplı OPK ların yüzeye yapışma değerleri

Levha tipi	Yüzeye yapışma değeri
PP-0	-
PP-1	-
PP-2	-
PP-3	-
PP-4	-
PE-0	-
PE-1	-
PE-2	-
PE-3	-
PE-4	-

Bu çalışmada, yüzeyleri boyanmış ve laminat kaplanmış polimer kompozitlerin yüzeylerine uygulanan testlerde bu üst yüzey işlemlerinin levha yüzeyine yapışma dirençlerinin çok düşük olduğu görülmüştür. Bu durum ise boya veya laminat yüzeyi ile polimer kompozit arasındaki bağlanmanın zayıflığından kaynaklanmaktadır.



Şekil 4.6 Laminat kaplı polimer kompozitlerin yapışma direnci testi sonrası durumu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada içerisine farklı oranlarda mobilya atığı unları bulunan polipropilen (PP) ve Polietilen (PE) esaslı polimer kompozitler pres kalıplama yöntemiyle üretilmiştir. Kompozitlerin mekanik özellikleri (çekme direnci, çekmede elastikiyet modülü, eğilme direnci, eğilmede elastikiyet modülü, kopmada uzama ve darbe direnci), kaplanabilme ve boyanabilme değerleri belirlenmiştir. Üretilen kompozitler üzerinde boyama ve kaplanabilme testleri yapılmıştır.

Bu çalışmada mobilya atığı takviyeli kompozitler başarılı bir şekilde üretilmiş ve aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

- 1- Mekanik özellikler üzerinde dolgu maddesi miktarı ve polimer tipinin istatistiksel olarak önemli düzeyde etkili olduğu tespit edilmiştir. Dolgu maddesi miktarındaki artış ile çekme direnci, kopmada uzama, darbe direnci ve eğilme direncinde azalma görülürken çekmede ve eğilmede elastikiyet modülü değerlerinde artış gözlemlenmiştir. Genel anlamda PE ile üretilen örneklerin PP ile üretilen polimer kompozitlere oranla daha iyi mekanik özellikler sağladığı görülmüştür.
- 2- Yüzeyleri boyanmış polimer kompozitlerde yapılan çapraz kesim yüzeye yapışma testleri sonucunda en iyi sonucu %50 oranında mobilya atığı unu (MAU) içeren PP ve PE esaslı polimer kompozitlerde gözlemlenmiştir. Bu örneklerde kesilen karelerdeki kopmaların %60-%65 civarında oldukları görülmüştür. Diğer örneklerin ise kesilen karelerdeki kopmaların %80 ile %100 arasında gerçekleştiği gözlemlenmiştir (0A grubu).
- 3- Laminat kaplı polimer kompozitlerin yüzeye yapışma direnç değerleri belirlenmeye çalışılmış ancak deneylerin gerçekleştirilmesi esnasında kaplamalar yüzeylerden kopmuş ve sonuç kaydedilememiştir. Buda laminat malzemenin OPK örnekleri üzerine yapıştırılmasından ve laminat malzeme ile OPK arasında tutkal ile bağlanmanın olmamasından kaynaklandığını göstermektedir.

Bu sonuçlar ışığında tez kapsamında üretilen PP ve PE esaslı polimer kompozitlerin yeterli mekanik özellikleri sağladığı tespit edilmiştir. Ancak bu malzemelerin yüzeylerinin boyanabilme ve kaplanabilme özelliklerinin herhangi bir ön işlem uygulamaksızın son derece zor olduğu ve bu yönde çalışmaların yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır. Ayrıca yüzeylere laminat kaplanması için alternatif tutkalların denenmesi faydalı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Akın, H. 2003. İstanbul’da KOBİ Kapsamındaki Mobilya Üretim İşletmelerinin Yapısal Sorunlar ve Çözüm Önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara. 74s.
- Alagöz, H., Güleç, M. ve Konez, A. 2003. Fonksiyonel Derecelendirilmiş Malzemeler ve Kullanım Alanları.
- Anonim 2006. Plastik Sanayii Özel İhtisas Raporu. DPT, Ankara, 1-92.
- Arslan, M.B., Karakuş, B. ve Güntekin, E. 2007. Tarımsal Atıklardan Lif Levha Yonga Levha Üretimi. ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 9(12). 54-62.
- ASTM (2000). “D 256: Standard Test Methods for Impact Resistance of Plastics and Electrical Insulating Materials” Philadelphia
- ASTM (2001). “D 638: Standard Test Methods for Tensile Properties of Plastics” Philadelphia
- ASTM (2001). “D 6662: Standard Specification for Polyolefin-Based Plastic Lumber” Philadelphia
- ASTM (2003). “D 790: Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials” Philadelphia
- Bektaşoğlu, S. 2005. Plastik İşleme Sanayi Ürünleri Raporu, T.C. Başbakanlık Dış Ticaret Müsteşarlığı İhracatı Geliştirme Etüd Merkezi.
- Bledzki, A. K. & Sperber, V. E., 1999. Recent developments in wood-plastic: United States, Japan, and Europe, The Fifth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites, May 26-27 1999, The Madison Concourse Hotel, Madison, Wisconsin, 187-192
- Bledzki, A.K. and Faruk, O. 2005. Effects of The Chemical Foaming Agents, Injection Parameters and Melt-Flow Index on The Microstructure and Mechanical Properties of Microcellular Injection-Molded Wood Fiber/Polypropylene Composites. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 97, 1090–1096.
- Ceylan, M.S. 2006. Linyit-Düşük Yoğunluklu Polietilen (DYPE) Karışımlarının Pirolizle Değerli Kimyasallara Dönüştürülmesi Ve Sonuçlara Deney Koşullarının Etkisi.

- Yüksek lisans Tezi, Ankara Üni., Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, 71s.
- Cooper, P.A. and Balatinecz, J. J. 1999. Agricultural Waste Materials For Composites: Centre For Management Technology Global Panel B ased Conference, Kuala Lumpur, MI.
- Cui, Y., Lee, S. & Tao, J. 2008. Effects of Alkaline and Silane Treatments on the Water-Resistance Properties of Wood-Fiber-Reinforced Recycled Plastic Composites. *Journal of Vinyl and Additive Technology*, 14(4), pp. 211-220.
- Çetin, E. 2007. Anilin ve Polietilen Kullanarak Kimyasal Polimerizasyon Yöntemi İle İletken Kompozit Lif Hazırlanması ve Karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üni. Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Anabilim Dalı, Ankara, 92s.
- Devlet Planlama Teşkilatı, 2007. 9. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Kimya Sanayii Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Yayın No 2763. ÖİK: 701. Ankara
- DİE, 2003. Çevre İstatistikleri, Belediye Çevre Envanteri Anket Sonuçları, Ankara.
- DİE, 2007. Tarım İstatistikleri Özeti 1988–2007. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü. Issn 1300–1213.
- Döngel, N. Küreli, İ., Söğütü, C. 2008. Kuru Sıcaklığın Ahşap ve Ahşap Esaslı Döşeme Kaplama Malzemelerinde Parlaklık ve Renk Değişimine Etkisi. *Politeknik Dergisi* 11(3). s.255-263.
- Ezdeşir, A., Erbay, E., Taşkiran, İ., Yağcı, M. A., Cöbek, M. ve Bilgiç T. 1999. Polimerler I. PAGEV Yayınları, İstanbul, 17-167.
- Fried, J.R. 1995. Polymer Science and Teknology. Prentice Hall PTR, Englewood Cliffs, New Jersey. s. 349.
- Karaduman, A. 1998. Plastik Atıkların Geri Kazanımının Araştırılması, Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Anabilim Dalı, Ankara.
- I. Kiliç, Bazi Ahşap Esaslı Levhalarda Kaplama Yapışma Direncinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, (2006).
- Kurt, R. and Mengeloğlu, F. 2006. Potential Utilization of Bark Residues in Turkey, 1st International Non-wood Forest Products Symposium, 1-4 November, Trabzon.

- Killough, J. M. (1995). "The plastics side of the equation." Woodfiber-Plastic Composites Conference, Madison, Wisconsin, Forest Products Society.
- Li, Q. and Matuana, L.M. 2003. Foam Extrusion Of High Density Polyethylene/Wood-flour Composites Using Chemical Foaming Agents. *Journal of Applied Polymer Science*, 88(14), 3139-3150.
- Malkoçoğlu, A. 2012. Mobilya Endüstrisi Ders Notları (Yayımlanmamış), KTÜ. Orman Fakültesi, Trabzon
- Matuna, L. M., Park, C. P. and Balatinecz, J. J. 1998. "Cell Morphology and Property Relationships of Microcellular Foamed PVC / Wood-fiber composites" *Polym. Eng. Sci.* 38, 1862-1872
- MEB, 2011. Mobilya ve İç Mekan Tasarımı (Milli Eğitim Bakanlığı)
- MEGEP, 2007. Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Sempozyumu ve Sergisi.
- Mengelöglü, F., Kurt, R., Gardner, D.J. & Oneil, S. 2007. "Mechanical Properties of Extruded High Density Polyethylene and polypropylene Wood Flour Decking Board" *Iranian Polymer Journal*. 16(7), 477-487.
- Mengelöglü, F. ve Karakus, K. 2008 Polymer- Composites from Recycled High Density Polyethylene and Waste Lignocellulosic Materials. *Fresenius Environmental Bulletin*. 17(2)s. 211-217.
- Mengelöglü F. 2006. Wood/Thermoplastic composites. In: Proceeding of I. Polymer Composite Symposium and Exhibition (Eds.:M. Gül and E.S. Umdü) TBMOB Kimya Mühendisleri Odası, İzmir, pp. 471- 480.
- Mengelöglü F. ve Özdemir T. 2008. Effects Of Varnish Viscosity and Film Thickness on Adhesion Strength of Coated Wood. *Pro Ligno*, 9(4), pp. 164-168. ONLINE ISSN 2069-7430, ISSN-L 1841-4737.
- Özdemir, F., Tutuş, A. Ve Şen, Selim. 2013. Laminat Parkede Bazı Yanmayı Geciktirici Kimyasalların Beyaz ve Esmer Çürüklük Mantarlarına Karşı Direncinin Araştırılması. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 14 (2), 172-179.
- PAGEV, 2005, Türk Plastik Sanayicileri Araştırma, Geliştirme ve Eğitim Vakfı

- Pişkin, E. 2000. Plimerler II. Mühendislik Polimerleri. Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul, s. 145.
- TOBB, 2013. Türkiye Mobilya Ürünleri Meclisi Sektör Raporu, Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Ankara.
- Wolkenhauer, A., Avramidis, G., Hauswald, E., Militz, H. & Viöl, W. 2008. Plasma Treatment of Wood–Plastic Composites to Enhance Their Adhesion Properties. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 22(16), pp. 2025-2037.
- Özdemir, T., Kalaycıoğlu, H., Malkoçoğlu, A. ve Nemli G. 1999. Effects of Surface Coating Materials on The Physical and Mechanical Properties of Particleboard Used For Kitchen Cabinets and Surface Quality Properties: Part 1. Effects of Physical Properties *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, Ek sayı(4), s. 969-976
- Yao, F., Wu, Q., Lei, Y., Xu, Y. (2008). Rice straw fiber-reinforced high-density polyethylene composite: effect of fiber type and loading. *Ind. Crop Prod.* 28 (1), 658 63–72.
- Yaşar, H. 2001. Plastikler Dünyası. IV. Makine Mühendisliği ve Eğitim Sempozyumu. Türkiye Mimarlar Mühendisler Odası Başkanlığı Makine Mühendisleri Odası. Basım Yeri: Ceren Ofset. ISBN : 975-395-480-8
- Zheng, Y., Shen, Z., Cai, C., Ma, S., & Xing, y. 2009. The Reuse of Nonmetals Recycled from Waste Printed Circuit Boards as Reinforcing Filler in the Polypropylene Composites. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 163. Pp. 600-6006. Doi: 10.1016/j.jhazmat.2008.07.008
- URL 1 20015. Dünya geneli Toplam Kontraplak Üretim Miktarı (Erişim Tarihi:10.03.2014) http://www.aia-istanbul.org/files/mobilya_sanayi.pdf
- URL 2 Laminat Malzemenin Tanımı (Erişim Tarihi: 20.04.2015) <http://www.parkedekor.com.tr/>
- URL 3 Laminat Kaplama. (Erişim Tarihi:02.03.2015) <http://www.turkcebilgi.com/kaplama>
- URL 4 Plastik Malzemelerin Özellikleri.(erişim Tarihi: 20.02.2015) <http://www.yapkat.com/images/Malzeme/Dosya/20962160825729430767297744.pdf>.

URL 5 Plastik Malzemeler.(erişim Tarihi: 10.04.2015) http://teknolojikarastirmalar.com/e-egitim/yapi_malzemesi/icerik/plastik.htm

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı, soyadı : Tülay ASLAN
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 05.02. 1989 İskenderun/HATAY
Medeni hali : EVLİ
Telefon : 0 (507) 8148331
e-posta : tulaykaya_89@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Yüksek lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2015
Lisans	KSÜ / Orman Endüstri Mühendisliği	2011
Lise	Denizciler Lisesi	2006

İş Deneyimi

Yer	Görev	Yıl
Keserler Ahşap Dekorasyon	Üretim Mühendisi	2011-2013
Polen Ofis Mobilyaları	Proje Mühendisi	2014-Halen

Yabancı Dil : İngilizce