



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MISIR SAPI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

HAZIRLAYAN

EMİNE KURU

DANIŞMAN

DOÇ. DR. MAHİRE CİHANGİROVA

BARTIN-2017



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TEKSTİL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**MISIR SAPI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT
MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN

Emine KURU

JÜRİ ÜYELERİ

- | | | |
|--------------|-------------------------------------|------------------------|
| I. Danışman | : Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA | - Bartın Üniversitesi |
| II. Danışman | : Doç. Dr. Süleyman İlker MİSTİK | - Marmara Üniversitesi |
| Üye | : Prof. Dr. Resul FETTAHOV | - Bartın Üniversitesi |
| Üye | : Doç. Dr. Burcu Yılmaz ŞAHİNBAŞKAN | - Marmara Üniversitesi |
| Üye | : Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR | - Marmara Üniversitesi |

BARTIN-2017

KABUL VE ONAY

Emine KURU tarafından hazırlanan “MISIR SAPI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı bu çalışma, 07/07/2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA (1. Danışman)

Üye : Doç. Dr. S. İlker MISTIK (2. Danışman)

Üye : Prof. Dr. Resul FETTAHOV

Üye : Doç. Dr. Burcu Yılmaz ŞAHİNBAŞKAN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Mahmut KAYAR

Bu tezin kabulü Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun/...../20... tarih ve 20...../.....-..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Doç. Dr. H. Selma ÇELİKİYAY
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA danışmanlığında hazırlamış olduğum “MISIR SAPI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

07/07/2017

Emine KURU

ÖNSÖZ

Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Anabilim Dalı'nda yapmış olduğum yüksek lisans çalışmamda öncelikle, tez danışmanlığımı üstlenen araştırma konusu seçimi ve yürütülmesi esnasında değerli bilgilerini esirgemeyen Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA ve Doç. Dr. Süleyman İlker MISTIK hocalarıma tüm içtenliğimle teşekkür ederim.

Yüksek Lisans eğitimim boyunca bende hakkı ve emeği olan herkese, bana her konuda güven ve destekleri için Bartın Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü öğretim elemanlarına ve Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Terbiye Laboratuvarlarında çalışmalarımı sürdürdüğüm sürece yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Araştırma Görevlisi Onur ATAĞ'a ve Marmara Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Araştırma Görevlisi Sabih OVALI'ya teşekkür ederim.

Bu tezde uygulama aşamalarında ve laboratuvar çalışmalarında bilgi ve yardımlarını esirgemeyen İstanbul Ticaret Üniversitesi Moda ve Tekstil Tasarımı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Nigar MERDAN hocama ayrıca teşekkür ederim.

Bununla birlikte, çalışmalarım boyunca maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme şükranlarımı sunarım.

Emine KURU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MISIR SAPI TAKVİYELİ TERMOPLASTİK ESASLI KOMPOZİT MALZEMELERİN ISI GEÇİRGENLİK VE SES YUTUM ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Emine KURU

Bartın Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mahire CİHANGİROVA

İkinci Danışman: Doç. Dr. Süleyman İlker MİSTİK

Bartın-2017, sayfa: XIII+ 51

Kompozit malzemelerin üretiminde lignoselülozik esaslı malzemelerin takviye elemanı olarak kullanılmasıyla biyolojik olarak bozunmayan sentetik polimerlerin doğada bozunma süresinin kısaltılması istenmektedir. Selülozik lifler yenilenebilir ve çevre dostu olması sebebiyle son yıllarda kompozit malzemelerde takviye malzemesi olarak tercih edilmektedir.

Bu çalışmada, selüloz esaslı takviye malzemesi olarak mısır sapları kullanılmıştır. Öncelikle bitkisel liflerde bulunan lignin, pektin ve vaksların uzaklaştırılması için mısır sapları sodyumhidroksit (NaOH) ve lakkaz enzimi ile yüzey işlemlerine tabi tutulmuştur. Yüzey işlemlerinde, bilinen yöntem olan konvansiyonel yöntem ile doğa dostu yöntemler olan mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemleri kullanılmıştır. Yüzey işlemi uygulanan mısır saplarının takviye malzemesi olarak kullanılmasıyla polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemeler üretilmiştir. Üretilen kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik ve ses yutum özellikleri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Mısır sapı, Selülozik lifler, doğal lif takviyeli kompozitler, termoplastik kompozit, ısı geçirgenlik, ses yutum.

Bilim Kodu

621.01.00



ABSTRACT

M. Sc. Thesis

INVESTIGATION OF HEAT CONDUCTIVITY AND SOUND ABSORPTION PROPERTIES OF CORN STALK REINFORCED THERMOPLASTIC COMPOSITES

Emine KURU

Bartın University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Textile Engineering

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Mahire CİHANGİROVA

Second Advisor: Assoc. Prof. Süleyman İlker MISTIK

Bartın- 2017, pp: XIII + 51

By using lignocellulosic fibres as reinforcement material for the production of composite materials, it is thought to be shortened the biodegradation life of the synthetic polymers. Cellulosic fibres are preferred as reinforcement material for composite materials due to their renewable and eco-friendly structure.

In this study, corn stalks were used as cellulosic reinforcement material. At first, corn stalks were treated with sodium hydroxide (NaOH) and laccase enzyme to remove lignin, pectin and wax from the fibre. Surface treatments were performed by using mostly used conventional method and eco-friendly microwave and ultrasonic energy methods. By using surface treated corn stalks as reinforcement material, polyethylene matrix thermoplastic composite structures were produced. Heat conductivity and sound absorption properties of the produced composites were investigated.

Key Words

Corn stalk, cellulosic fibres, natural fibre reinforced composites, thermoplastic composites, heat conductivity, sound absorption.

Science Code

621.01.00



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY.....	ii
BEYANNAME.....	iii
ÖNSÖZ.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xi
TABLolar DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xiii
BÖLÜM 1 GİRİŞ.....	1
1.1 Kompozit Malzemeler.....	2
1.1.1 Kompozit Tanımı.....	2
1.1.2 Kompozit Malzemeyi Oluşturan Elemanlar.....	3
1.1.2.1 Takviye Elemanları.....	3
1.1.2.2 Matris Malzemeler.....	4
1.1.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması.....	5
1.1.3.1 Polimer Matrisli Kompozitler.....	6
1.1.3.2 Metal Matrisli Kompozitler.....	8
1.1.3.3 Seramik Matrisli Kompozitler.....	8
1.1.4 Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanılan Yöntemler.....	8
1.1.5 Kompozit Malzeme Kullanım Alanları.....	11
1.1.6 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımı.....	12
1.1.6.1 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımının Avantajları.....	13
1.1.6.2 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımının Dezavantajları.....	13
1.1.7 İleri Termoplastik Kompozit Üretimi.....	14
1.1.7.1 İleri Termoplastik Kompozit Üretimi Avantaj ve Dezavantajları.....	14
1.1.8 Bağ Yapma Davranışı.....	15

	<u>Sayfa</u>
1.1.9 Lif/Matris Arayüzeyi	16
1.1.9.1 Lif Modifikasyonu.....	16
1.2 Mısır Bitkisi	18
1.2.1 Mısır Bitkisinin Genel Özellikleri.....	18
1.2.2 Türkiye’de ve Dünyada Mısır Üretimi.....	19
1.2.3 Mısır Bitkisinin İklim ve Toprak İsteği	19
1.2.4 Mısır Bitkisinin Ekim Alanı.....	20
BÖLÜM 2 LİTERATÜR ÇALIŞMASI	21
BÖLÜM 3 MATERYAL VE YÖNTEM	25
3.1 Materyal	25
3.2 Yöntem.....	27
3.2.1 Kompozit Üretiminden Önce Mısır Saplarının Yüzey İşlemlere Hazırlanması	27
3.2.2 Mısır Saplarının Kompozit Malzeme Üretimine Hazırlanması	32
3.3 Kompozit Malzemelere Uygulanan Testler	36
3.3.1 Isı Geçirgenliği Test Edilmesi.....	36
3.3.2 Ses Yutum Testi	37
BÖLÜM 4 BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1 Isı Geçirgenlik Test Sonuçları	39
4.2 Ses Yutum Test Sonuçları.....	40
BÖLÜM 5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR.....	45
ÖZGEÇMİŞ.....	50

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Sayfa No
1. Beton kolon	3
2. Kompozit malzemede matris ve takviye fazı	4
3. Kompozit malzeme çeşitleri a) Lif takviyeli kompozit b)Parçacık takviyeli kompozit c)Katmanlı kompozit	5
4. Termoset ve termoplastik kompozitlerin üretim yöntemleri.....	9
5. El yatırma yönteminin üretimi	9
6. Püskürtme yönteminin üretimi	10
7. Filament sarma yöntemi.....	10
8. Kompozit malzemelerin tercih edildiği alanlar	12
9. Mısır bitkisi	19
10. Mısır tarlası.....	20
11. Mısır sapı	26
12. Polipropilen dokusuz yüzey kumaş	26
13. Konvansiyonel yöntemle yüzey işlemi gören mısır sapsarı.....	28
14. Çalışmada kullanılan ultrasonik banyo	28
15. Çalışmada kullanılan mikrodalga fırın.....	29
16. Çalışmada kullanılan Dikomsan marka elektronik hassas terazi	32
17. Yüzey işlemi uygulanmış mısır sapsarı	32
18. Polipropilen dokusuz yüzey kumaş üzerine mısır sapsarının yerleştirilmesi	34
19. Sıcak pres makinesinde kullanılan alt kalıp	34
20. Kalıp ayırıcı vaks	34
21. Alt kalıp üzerine yerleştirilen DYPE cipsleri.....	35
22. İçerisinde mısır sapsarı bulunan polipropilen dokusuz yüzey kumaş	36
23. Hürsan marka sıcak pres makinesi	36
24. Sıcak basma işleminin uygulanması	36
25. Kompozit malzemedan kesilen numune	37
26. Isı geçirgenlik test cihazı.....	37
27. Ses yutum testi için hazırlanan numuneler.....	38
28. Ses yutum katsayısı ölçümü test cihazı	38
29. Kompozit malzemelerin ses yutum test sonuçları.....	40

TABLolar DİZİNİ

Tablo		Sayfa
No		No
1.	Metal, seramik ve plastik malzemelerin bazı özelliklerinin karşılaştırılması	6
2.	Termoset ve termoplastik kompozitlerin genel özellikleri.....	8
3.	Konvansiyonel, ultrasonik, ve mikrodalga yönteminin uygulanmasında kullanılan kimyasallar.....	29
4.	Konvansiyonel, ultrasonik ve mikrodalga yöntemlerinin uygulama ve sıcaklık süreleri	29
5.	Yüzey işlemleri uygulanan numunelerin numaralandırılması.....	30
6.	Uygulanan yüzey işlemlerinin ardından mısır saplarında meydana gelen ağırlık değişimleri.....	31
7.	Üretilen kompozit malzemelerdeki mısır sapı ve düşük yoğunluklu polietilen oranları.....	33
8.	Kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik değerleri	39

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

%	: Yüzde
°	: Derece
C°	: Santigrat Derece
pH	: Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi
Q	: Isı Akışı
A	: Isı geçişinin meydana geldiği alan (yüzey alanı)
dx	: Kompozit malzemenin kalınlığı
Δt	: Sıcaklık Farkı
K	: Isı iletim katsayısı (w/m°C)

KISALTMALAR

CTP	: Cam Takviyeli Plastik
dk	: Dakika
DYPE	: Düşük Yoğunluklu Polietilen
g/L	: Gram/Litre
hz	: Hertz (Bir saniyedeki çevrim frekansını belirtmek için kullanılır)
L	: Litre
MD	: Mikrodalga
ml	: Mililitre
NaOH	: Sodyumhidroksit
OYPE	: Orta Yoğunluklu Polietilen
PP	: Polipropilen
SEM	: Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)
Weight	: Ağırlık
YYPE	: Yüksek Yoğunluklu Polietilen
vd.	: ve diğerleri

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Doğal lif takviyeli polimer malzemeler, doğal liflerin biyolojik olarak parçalanabilir ve kısmen de olsa geri dönüştürülebilir olmasından dolayı sentetiklere göre güçlü bir muadil olup popüler hale gelmektedir. Çünkü polimerler metallere göre daha hafif olmasına rağmen yüksek mukavemet, aşınma ve darbe dayanımına sahiptirler (Chai vd., 2012; Shalwan ve Yousif, 2013).

Kompozit malzemeler uzun yıllardır teknolojik problemlerin çözümü için değerlendirilmiştir ancak 1960'lı yıllarda sanayide polimerik esaslı kompozitler dikkat çekmeye başlamıştır. O zamandan beri kompozit malzemeler otomotiv de dahil olmak üzere çeşitli uygulamalar için tasarlanmış, üretilmiş ve ortak mühendislik malzemesi haline gelmiştir (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

Bir kompozit malzemenin mühendislik uygulamalarında tercih edilmesinin en büyük sebebi diğer malzemelere göre bükülmezlik, mukavemet, ağırlık, yüksek sıcaklık dayanımı, korozyon direnci, sertlik ve iletkenlikten oluşan özellikler kazandırmasıdır (Chung ve Deborah, 1994).

Bitki liflerinin üstün mekanik özellikleri ve çeşitli işlemler sonucu plastik matris içine yerleştirilmeleri sonucunda ortaya dayanımı yüksek, üstün kalitede polimer esaslı kompozit malzemeler çıkabilmekte ve takviye malzemesi olarak kullanılan cam, kevlar ve karbon gibi sentetik liflere de güçlü bir alternatif oluşturmaktadır (Azwa vd., 2013).

Bu çalışmanın amacı; kompozit malzemede takviye elemanı olarak kullanılan mısır saplarının, sodyum hidroksit ve lakkaz enzimi ile farklı sürelerde, konvansiyonel, mikrodalga ve ultrasonik enerjinin kullanıldığı yöntemlerle yüzey işlemlerini gerçekleştirmek ardından yüzey işlemi görmüş mısır saplarının takviye malzemesi olarak kullanılmasıyla polietilen matrisli termoplastik kompozitler üretmek ve yapılan yüzey işlemlerinin, üretilen kompozitlerin ısı geçirgenlik ve ses yutum özelliklerindeki etkisini incelemektir.

1.1 Kompozit Malzemeler

Bu bölümde kompozit malzemenin tanımı ve kompozit malzemeyi oluşturan elemanlar hakkında bilgi verilmektedir.

1.1.1 Kompozit Tanımı

Kompozit malzeme iki veya daha fazla malzemenin eşsiz özelliklerinin kombinasyonu sonucu oluşur. Bu tanım daha genel ve metal alaşımları, plastik kopolimerleri, odunu ve mineralleri de içerebilir. Lif takviyeli kompozitlerin ise bileşenleri farklıdır ve mekanik olarak ayrılabilirler. Oluşturulan kompozit malzemenin yeni özellikleri ilk malzemenin özelliklerinden çok daha üstündür (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

Bir malzemeyi kompozit olarak ifade edebilmek için malzemenin aşağıdaki özellikleri taşıması gerekmektedir (Onat, 2015);

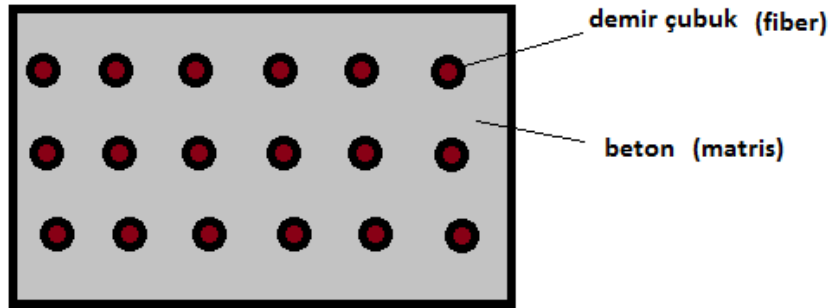
- İnsan yapısı olmalıdır,
- En az iki ya da daha fazla fiziksel veya mekaniksel özelliği farklı olan malzemelerin bir araya getirilmesi ve farklı bir arayüze sahip olması,
- Malzemelerin bir araya getirildiğinde yeni mekanik özelliklere sahip olması,
- Kompoziti oluşturan elemanların, kompozit meydana geldikten sonra yeni özelliklere sahip olması gerekmektedir.

Kompozit malzeme üretimindeki temel amaç kullanılan matris ve takviye malzemeleriyle daha iyi bir yapı meydana getirmektir. Kompozit yapı oluşumuyla geliştirilmesi istenen özelliklerin birkaçı şunlardır; gerilme, darbe, yorulma, aşınma ve korozyon dayanımı, kırılma tokluğu, yüksek termal dayanım, elektrik iletkenliği, ısıl iletkenlik, ses yutumu, hafiflik, estetik görünüm, rijitlik ve fiyat (Aran, 1990).

İnsanoğlu, ilk çağlardan beri malzemelerin kırılma özelliklerini gidermek amacıyla kırılma malzemelerin içine bitkisel ve hayvansal lifler koymuşlardır. İlk kompozit malzeme örneğine kerpiçte rastlanmaktadır. Killi çamur içine saman, sarmaşık dalları gibi sap ve lifler katılarak kerpiçin mukavemetini artırmak amaçlanmaktadır. Burada çamur

matris malzeme görevi görürken, saman, sarmaşık dalları ise takviye elemanı görevini üstlenmektedirler (Zor, 2017).

Yine kompozit malzemelere örnek olarak beton kolonlar verilebilir. Beton matris malzeme görevi görürken, demir çubuklar ise takviye elemanı görevi görürler (Şekil 1).



Şekil 1: Beton kolon (Zor, 2017).

1.1.2 Kompozit Malzemeyi Oluşturan Elemanlar

Kompozitin ana konsepti, matris malzemeyi içeriyor olmasıdır. Tipik olarak kompozit malzeme, liflerin bir matris içerisinde takviye olarak kullanılmasıyla oluşturulur. Takviye elemanları partikül, lif veya kılcal olarak, matris malzemeler ise metaller, plastikler veya seramiklerden oluşabilmektedir. Polimer esaslı matris malzeme kullanılarak yapılan kompozitler çeşitli endüstrilerde daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Polimerik matris malzeme termoset ve termoplastik esaslı olabilmektedir (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

Kompozit malzeme 2 ana maddeden meydana gelmektedir: Bunlar matris ve takviye elemanıdır. Takviye edici elyaf veya kumaş, kompozite sertlik ve sağlamlık kazandırır. Matris malzeme ise rijitlik ve çevresel direnç kazandırır. Kompozit malzemede önemli nokta lifin meydana gelen yükü taşıyabilmesidir (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

1.1.2.1 Takviye Elemanları

Bir kompozit malzemeden istenilen özelliklerin yerine getirilebilmesi için lif seçimi ve lif-matris malzemenin uyumu önemlilik arz etmektedir. Lif ve matris malzemenin rolleri hakkında bilgiye sahip olmak gerekmektedir.

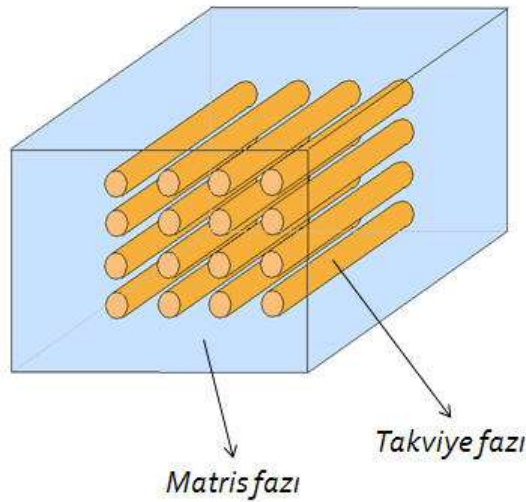
Lif takviyeli kompozitlerin başlıca fonksiyonları aşağıda belirtilmiştir (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

- Bir kompozit yapısında yükün %70-90' ını lifler tarafından taşınır.
- Kompozitte sertlik, mukavemet, termal stabilite ve diğer yapısal özellikler kazandırmak liflerin görevidir.
- Elektrik iletkenliği ve yalıtımı sağlamak kullanılan takviye lif türüne de bağlıdır.

1.1.2.2 Matris Malzemeleri

Matris malzemeler, lifleri çevreler, kimyasallara ve çevresel etkilere karşı korur. Liflerin maksimum yük taşıması için, matris malzemenin takviye elemanına göre daha düşük modül ve daha fazla uzamaya sahip olması gerekmektedir. Kompozit üretiminde matris, kimyasal, termal, elektrik, çevre, maliyet, performans ve üretim gereksinimlerine dayanarak seçilir. Yine matris seçimi çalışma sıcaklığını, imalat işlem şartlarını ve koşullarını da belirler (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

Matris malzeme, iyi bir kompozit performansı için hayati önem taşıyan çeşitli fonksiyonları yerine getirir. Matris ve takviye fazından üretilen kompozit Şekil 2'de gösterilmektedir (Dokur, 2009).

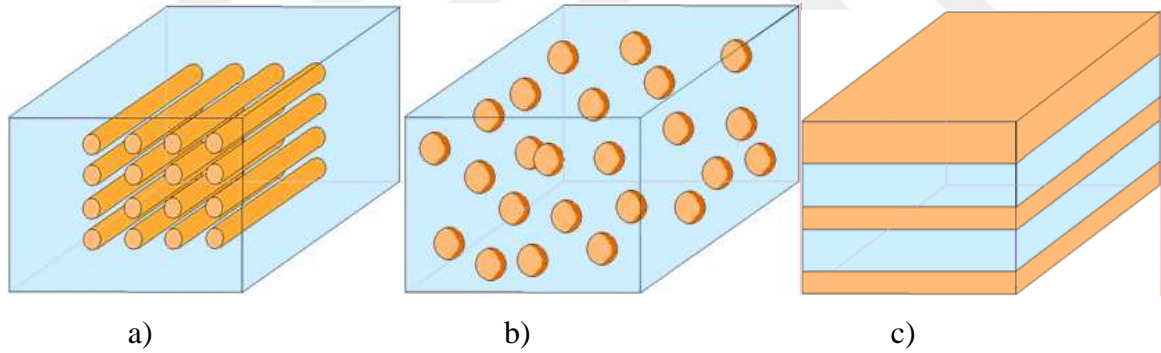


Şekil 2: Kompozit malzemelerde matris ve takviye fazı (Dokur, 2009).

Matrisin kompozit yapıdaki rolü aşağıdaki gibidir (Mazumdar ve Sanjay, 2002).

1. Matris malzemesi liflerin birbirine bağlanmasını sağlar ve kompozit malzemeye uygulanan baskının liflere aktarılmasını sağlar. Malzemeye şekil ve rijitlik kazandırır.
2. Matris malzeme liflerin tek tek hareket edebilmesi için lifleri izole eder. Bu da yapıda boşluk, çatlak oluşumunu yavaşlatır veya durdurur.
3. Matris, kompozite iyi bir yüzey kalitesi kazandırır.
4. Lifleri, kimyasal ya da mekanik aşınmalara, zararlara karşı korur.
5. Seçilen matris malzeme özelliğine bağlı olarak, süneklik, darbe dayanımı, performans gibi özellikleri de etkilemektedir. Matrisde süneklik, yapının sertliğini artıracığı gibi yüksek sertlik özelliği isteniyorsa termoplastik malzemeler tercih edilmelidir.

Kompozitler, matris malzeme içerisine yerleştirilen takviye malzemesinin bulunmasıyla üretilmiş malzemelerdir. Bu malzemeler takviye malzemesinin şekline göre parçacıklı, lifli ve katmanlı olabilmektedir. Kompozit malzeme çeşitleri Şekil 3’ te gösterilmektedir (Dokur, 2009).



Şekil 3: Kompozit malzeme çeşitleri. a: lif takviyeli kompozit, b: parçacık takviyeli kompozit, c: katmanlı kompozit (Dokur, 2009).

1.1.3 Kompozit Malzemelerin Sınıflandırılması

Kompozit malzemeleri farklı şekillerde sınıflandırmak mümkündür. Kompozit malzemeler matris malzemesine göre (Onat, 2015) Metal, seramik ve plastik malzemelerin bazı özelliklerinin karşılaştırılması Tablo 1’ de yapılmıştır (Onat, 2015).

- Metal matrisli kompozitler

- Seramik matrisli kompozitler
- Polimer matrisli kompozitler olarak sınıflandırılmaktadır.

Tablo 1: Metal, seramik ve plastik malzemelerin bazı özelliklerinin karşılaştırılması (Onat, 2015).

Malzeme Grubu	Yoğunluk	Dayanım	Tokluk	Isıl Kararlılık	Biçimlendirme	Birleştirme
Metaller	Orta yüksek	Orta	İyi	Orta	Orta	Orta
Seramikler	Düşük yüksek	Yüksek	Düşük	Yüksek	Kötü	Kötü
Plastikler	Düşük	Düşük	Düşük	Düşük	İyi	İyi

Yapı bileşenlerine göre ise;

- Lif takviyeli kompozitler
- Parçacık takviyeli kompozitler
- Dolgu kompozitler
- Tabakalı kompozitler, olarak sınıflandırmak mümkündür.

1.1.3.1 Polimer Matrisli Kompozitler

Lif olarak kullanılan malzeme, kompozit malzemede yük taşıma görevi görürken, matris olarak kullanılan malzeme, esneklik, darbe emici ya da istenilen başka özelliklerde kullanılabilir. Polimer kompozitler yüksek mukavemet, sertlik, aşınmaya karşı direnç, termal kararlılık gibi pek çok avantajlar sunmaktadır. Ayrıca kompozitler dayanıklılık ve sertlik yönünden metallerle yarışabilecek olmasına rağmen daha çok hafiftirler. Kompozit malzemelerde lif sertlik, sağlamlık gibi yapısal özellikleri plastik malzeme ise lifin yapı içindeki bütünlüğünü oluşturup matris ve takviye elemanının birbirine bağlanmasını yükün lif arasında dağılmasını ve lifin kimyasal etkilerden ve atmosfer şartlarından korunmasını sağlar (Onat, 2015). Polimer matrisli kompozitler termoset ve termoplastik olarak iki gruba ayrılmaktadır:

1.a. Termosetler: Bu plastiklerde ise ısıtılıp şekillendirildikten sonra soğutulduklarında tekrar eski hallerine döndürülemezler çünkü mikro yapıda değişiklik olmaktadır. Bu grubun örnekleri ise şunlardır (Onat, 2015).

- Polyesterler
- Epoksiler
- Alkitler
- Aminler

1.b. Termoplastikler: Termoplastikler oda sıcaklığında katı haldedirler. Rijit bir yapıya sahip değildirler. Isıtıldığında yumuşar ve viskoziteleri sıcaklığın yükselmesiyle birlikte düşmektedir. Dolayısıyla şekillendirmeleri kolaylaşır ve bu özelliği sebebiyle ekonomiktirler (Onat, 2015). Termoset ve termoplastik kompozitlerin genel özellikleri Tablo 2’ de gösterilmektedir (Onat, 2015).

Bu guruba giren plastikler:

- Asetol reçineler
- Akrilikler
- Selüloz asetat
- Florokarbon
- Poliamidler
- Polikarbonatlar
- Viniller (PVC- Poli vinil klorür)
- Poliolefinler (Polietilen, polipropilen).

Tablo 2: Termoset ve termoplastik kompozitlerin genel özellikleri (Onat, 2015).

Özellikler	Termoset Kompozitler	Termoplastik Kompozitler
Lif Hacmi	Orta-yüksek	Düşük-orta
Lif uzunluğu	Sürekli ve süreksiz	Sürekli ve süreksiz
Kalıplama süresi	Yavaş:0.5 ila 4 saat	Hızlı: 5 dakikadan az
Kalıplama basıncı	Düşük:1-7 bar	14 bar' dan yüksek
Malzeme maliyeti	Düşük-yüksek	Düşük-orta
Güvenlik/işleme	İyi	Mükemmel
Çözücü dayanımı	Yüksek	Düşük
Termal dayanımı	Düşük-yüksek	Düşük-orta
Depolama süresi	İyi (soğutma ile 6-24 ay)	Sınırsız

1.1.3.2 Metal Matrisli Kompozitler

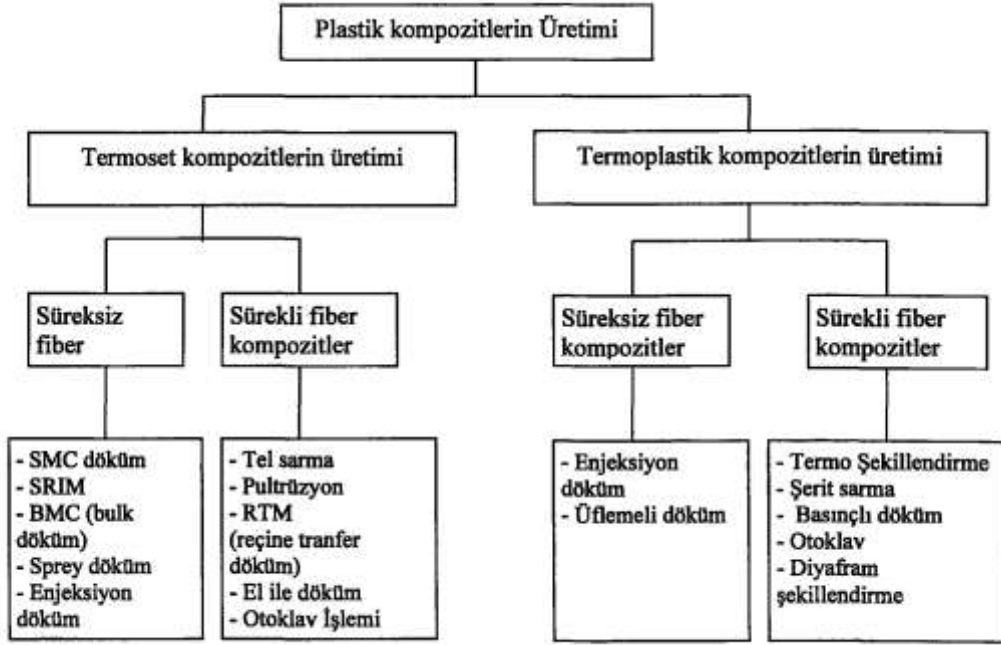
Metaller ve metal alaşımların birçoğu, yüksek sıcaklıkta bazı özellikleri sergileyebilmelerine rağmen kırılındırlar. Metal matris içine gömülen ikinci faz, sürekli lifler şeklinde olabileceği gibi dağınık yapıda da olabilmektedir. Bu tip kompozit malzemelerde lif takviyesi dayanım ve modülü artırırken yoğunluğu da düşürmektedir (Onat, 2015).

1.1.3.3 Seramik Matrisli Kompozitler

Seramik matrisler ise yüksek sıcaklıklarda iyi dayanım, rijit ve gevrek bir yapı göstermektedirler. Elektrik yalıtkanlığı da oldukça iyidir (Onat, 2015).

1.1.4 Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanılan Yöntemler

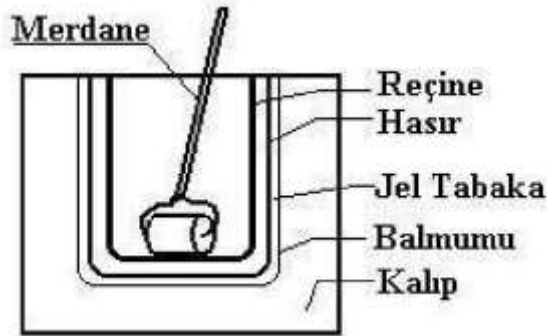
Takviye elemanı ile matris malzemenin uygun şekilde birleştirilebilmesi için kullanılan yöntemlerden bir kısmı aşağıda sıralanarak kısaca açıklanmaktadır (Aran, 1990). Termoset ve termoplastik kompozitlerin üretim yöntemlerine Şekil 4' te yer verilmektedir (Mazumdar, 2002).



Şekil 4: Termoset ve termoplastik kompozitlerin üretim yöntemleri (Mazumdar, 2002).

El yatırması yöntemi

Lif takviyeli polimer kompozit üretiminde kullanılan en basit yöntemdir. Özellikle cam lifi takviyeli plastik (CTP) kompozit üretiminde kullanılır. Reçine türü olarak en yaygın olarak termoset polyeater, vinilester ve epoksi tercih edilmektedir. El yatırması yönteminin üretim fotoğrafı Şekil 5' te gösterilmektedir (URL-1, 2017).



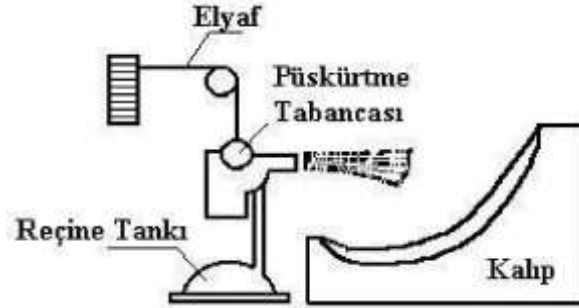
Şekil 5: El yatırması yönteminin üretimi (URL-1, 2017).

Torba Kalıplama Yöntemi

Üretilen kompozit malzemenin kalıp üzerine yerleştirilmesiyle sağlanır. Kompozitte yüksek kalite istendiğinde ve havayı çıkarmak amacıyla tercih edilir. Kullanılan bu vakum torbası tekniği kompozit üretim tekniklerinden en ekonomik olanıdır.

Püskürtme Yöntemi

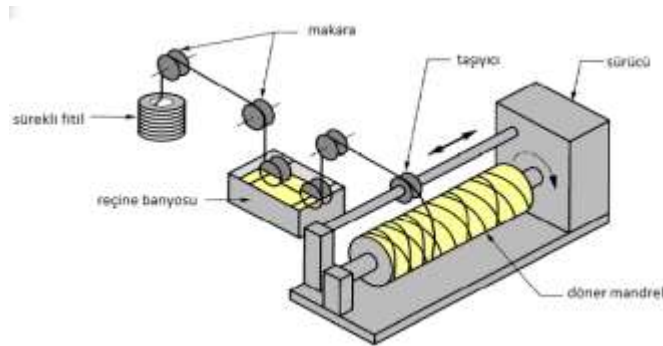
Bu yöntem el yatırma yönteminin mekanikleşmiş halidir. Bir tabancaya sürekli olarak beslenen elyaf kırılıp reçine ile karıştırılarak kalıba püskürtülür. Reçine içinde hava kalmaması ve yüzeyi pürüzsüzleştirmek için rulolama yapılır. Püskürtme yönteminin üretim fotoğrafı Şekil 6’ da gösterilmektedir (URL-1, 2017).



Şekil 6: Püskürtme yönteminin üretimi (URL-1, 2017).

Filament Sarma Yöntemi

Filament sarma yönteminde sürekli lif, kalıbı oluşturan rulo üzerine belirli açılarla sarılır. En çok kullanılan reçineler polyester ve epoksi, lif olarak da cam ve karbon kullanılır. Diğer yöntemlere göre lif oranı yüksektir. Bu yöntem roket gövdeleri, silindirik parçalar, boru gibi parçaların üretilmesi için uygundur. Şekil 7’ de Filament sarma yönteminin fotoğrafına yer verilmektedir (URL-2, 2017).



Şekil 7 : Filament sarma yöntemi (URL-2, 2017).

Savurma (Santrifuj) Kalıplama Yöntemi

Bu yöntemde silindirik parçaların (örneğin boru) üretimi için uygundur. Kırılmış lif ve sertleştirici eklenmiş reçine, silindirik bir kabın içine doldurularak, döndürülen kabın

merkezkaç kuvvetler yardımıyla dağılan kompozit malzeme sıcak hava ile karşılaştırılarak sertleştirilir.

Sıcak Pres Yöntemi

Sıcak presleme, yüksek performanslı malzemeler ve sinterleme davranışı zayıf olan malzemelerin üretimi için uygun bir yöntemdir (Nas, Gökkaya, Sur, 2013). Bu işleme termoplastik prepreglerin üretiminde kullanılan sıkıştırma kalıplama ya da eşleşen kalıplama tekniği de denir (Mazumdar ve Sanjay, 2002). Bu teknikte presleme işlemi tek hareketli basma veya çift hareketli basma işlemi ile yapılabilmektedir. Sistemde alt destek tablası sabit olabilmektedir Kuvvet genellikle üst tabla ile hidrolik bir sistem tarafından uygulanmaktadır. Bu yöntemde hafif, yüzeyi düzgün ve düşük maliyetli kompozitler üretilmektedir (Nas vd., 2013).

Sıcak pres yönteminin avantajları aşağıda sıralanmıştır.

- Tek bir operasyonla tozların preslenmesi
- Presleme ve sinterlemenin aynı anda olması
- Sıcaklık ve basıncın eş zamanlı olarak uygulanması
- Hafif kompozit üretimi gibi sıralanabilmektedir (Nas vd., 2013).

1.1.5 Kompozit Malzeme Kullanım Alanları

Kompozit malzeme teknolojisindeki gelişmeler sayesinde son yıllarda birçok sektörde kullanılmaya başlandı. Özellikle uçak sanayinde tercih edilen kompozitler üzerine yapılan bilimsel çalışma ve araştırmalar da gün geçtikçe artmaktadır.

Kompozit malzemelerdeki ürün esneklikleri sayesinde hemen hemen her sektörün ihtiyacına cevap vermektedir. Kompozitler hem farklı sektörlerde hammadde olarak hem de imalata yardımcı ekipman olarak kullanılmaktadır. Aşağıda kompozit malzemelerin yaygın olarak kullanıldığı bazı sektörlerle yer verilmiştir (Zor, 2017). Kompozit malzemelerin tercih edildiği alanlara Şekil 8’de yer verilmektedir (Zor, 2017).

- Uzay Teknolojisi,
- Denizcilik sektörü,

- Tıbbi cihazların imalatında,
- Kimya sanayinde
- İnşaat ve yapı sektöründe
- Otomotiv sektörü
- Savunma sanayi ve havacılık sektöründe kullanılmaktadır (Zor, 2017).



Şekil 8: Kompozit malzemelerin tercih edildiği alanlar (Zor, 2017).

1.1.6 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımı

Ekonomik ve çevresel etkiler bina, paketleme, otomotiv ve diğer üretim alanlarında yeni malzemelerin araştırılmasını zorunlu kılmaktadır. Yeni malzemeler içinde ise en ilgi çekeni bitkisel kaynaklı doğal lif takviyeli kompozit malzemelerdir (Engin, 2008).

Doğal lif takviyeli kompozitlerin mükemmel fiyat/performans oranı onları yalnızca bina ve otomotiv uygulamaları için değil aynı zamanda paketleme, mobilya ve havacılık uygulamalarında da tercih sebebi kılmaktadır (Sain vd., 2005).

Ahşap plastik kompozitler günümüzde Kuzey Amerika'da hakim olan lif takviyeli kompozit pazarlarından biridir. Çünkü bu kompozitler bina ve inşaat endüstrisinde geniş çapta kullanılmaktadır (Smith, 2002; Wolcott, 2004).

Kompozit endüstrisi her zaman düşük maliyetli lignoselülozik kaynaklarla ilgilenir. Bu da genel üretim maliyetini düşürür ve malzeme sertliğini artırır. Tarla ürünleri kalıntıları; saman, mısır sapı, mısır koçanı, pirinç kabuğu gibi tarımsal ürünler potansiyel olarak değerli lif kaynağı olduklarından takviye malzemesi olarak kullanılabilir ve kompozit malzeme imalatında direkt ahşap malzeme yerine geçebilmektedirler (White ve Ansell, 1993; Hornsby vd., 1997).

Artan nüfus ve ekonomiyle birlikte enerjiye olan ihtiyaç da gün geçtikçe artmaktadır . Bu gerçek, giderek artan çevresel sorunlar ve tükenmekte olan kaynaklarla birleşince, sürdürülebilir enerji stratejisini doğurmaktadır. Hidroenerji, rüzgar, gelgit ve jeotermal enerji gibi sürdürülebilir ve yenilenebilir enerji kaynakları doğal enerji kaynaklarına bağımlıdır (Etacheri vd., 2011).

1.1.6.1 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımının Avantajları

Kompozit endüstrisi her zaman alternatif, düşük maliyetli lignoselülozik kaynaklarla ilgilenir. Tarla ve ürün kalıntıları, tahıl, saman ya da mısır sapları, keten, saman, mısır koçanı, pirinç kabuğu gibi tarımsal yan ürünler potansiyel lif kaynaklarıdır ve kompozit üretiminde takviye elemanı olarak tercih edilebilmektedir. Dünyadaki bol hacim ve her yıl yenilenebilir ve geri dönüştürülebilir olmaları sebebiyle bitkisel liflerin kompozit üretiminde tercih edilmeleri avantaj olarak görülmektedir (Panthapulakkal ve Sain, 2007).

Tarımsal atıkların üretimi sırasında formaldehit çıkarmaması, çevreci ve geri dönüşümünün olması, kompozit üretim pazarında öncelikli olma özelliğine sahiptir. Bunlara ilaveten su absorpsiyonunun istendiği yerlerde, doğru prosesler uygulandığı durumlarda termoset ve termoplastik malzemelerde takviye edici malzeme olarak inorganik ve odun unu gibi materyallere alternatif olarak kullanılabilir (Mengelöglü ve Alma, 2002).

1.1.6.2 Bitkisel Liflerin Kompozit Malzeme Üretiminde Kullanımının Dezavantajları

Kompozit üretiminde kullanılması düşünülen tahıl samanı ve diğer tarımsal kalıntıların toplanması, depolanması, nakliyesi ve korunması ekonomik olarak masraflar gerektirmektedir. Yine bitkisel liflerin düşük hacim yoğunluğu ve dağınık yapıda olmaları,

hasat zamanlarının kısa olmaları sebebiyle de takviye elemanı olarak kullanılmakta elverişsiz olabilmektedirler (Panthapulakkal ve Sain, 2007).

Materyalin suyla temasını minimuma indirmek ve biyolojik bozulmayı önlemek amacıyla depolama esnasında yeterli koruma sağlanmalıdır. Mantar saldırıları da biokütlenin azalmasına, lif kalitesinin düşmesine ve küf sporları oluşumuna sebep olarak sağlık problemlerine sebep olmaktadır. Bunlarla birlikte depolanmış saplar rüzgarla gelen tozlarla kirlenme, potansiyel olarak yangınla kayıp verme aynı zamanda da fare ve diğer zararlıların saldırısına maruz kalma ihtimaline sahiptir. Bitkisel atıkların genelde kullanılan tutkallarla yapıştırılması zor olabilir. Yüksek vaks oranı genelde adhezyon problemi yaratır ve uzun süreli preslemeyi gerektirmektedir (Dalen, 1999).

1.1.7 İleri Termoplastik Kompozit Üretimi

Termoplastik malzemeler genel olarak termoset malzemelere göre sünek ve tok malzemelerdir ve geniş bir kullanım alanına sahiptirler. Şekillendirilebilmeleri için ısıtılmaları gerekmektedir ve soğutulduğunda şekillerini koruyabilmektedirler. Yine bu malzemelere yapılarında herhangi bir değişiklik olmadan birçok kez ısıtılarak yeni şekiller verilebilmektedir (Bilgiç, 2006).

Yapılan çalışmalara göre yüksek kalite termoplastik kompozit parçaların uzay endüstrisindeki kullanımları artmaktadır. Yenilenen üretim teknikleri sayesinde termoplastiklerin kolayca işlenmesinde önemli engellerin (yüksek ergime viskozitesi, yüksek işleme sıcaklığı) üstesinden gelmek için araştırmalar sürdürülmektedir (Güleşen, 2005).

1.1.7.1 İleri Termoplastik Kompozit Üretimi Avantajları ve Dezavantajları

Termoplastik kompozitler ile termoset kompozitleri kıyasladığımızda, termoplastikler termosetlere göre sünek ve tok malzemelerdir ve geniş kullanım alanına sahiptirler. Şekillendirmek için ısıtılmaları gerekir, kısa sürede işlenebilirler ve geri dönüşümü olması sebebiyle tekrar tekrar eritilip işlenebilirler. Termosetler ise yapılarındaki çapraz bağlardan dolayı eritilemez ve şekillendirilemezler. Bu yönüyle de termoplastikler ekonomiktirler. Çoğu termoplastik kompozitte depolama süresi sınırsızdır ve işleme süresi

termosetlerdeki gibi saatler değil dakikalar alır. Termoplastik malzemeler yapısal uygulamalar için düşük sertlik ve mukavemet değerlerinin yüksek olması istendiği durumlarda dolgu ve takviye malzemesi olarak kullanılmaktadırlar. Yine termoplastikler termosetlerle karşılaştırıldığında yüksek sıcaklık ve sürtünme dayanımında zayıf kalırlar. Ancak termosetlere göre çözücülere karşı daha dayanıklıdırlar (Mazumdar ve Sanjay, 2002; Muzzy, 1988).

Gelişmiş polimer kompozit pazarı epoksi, poliamid, polyester gibi termoset ve termoplastik matris ile üretilmiş kompozitler tarafından kontrol edilir. Bu kompozitler, uçak ve savunma sanayisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Son 20 yılda termoset kompozitlerde ilerleme kaydedilmesine rağmen sınırlı raf ömrü, yetersiz tokluk, düşük gerilme direnci ve nem kapasitesi gibi olumsuz özellikleri bulunmaktadır (Beland, 1990).

1.1.8 Bağ Yapma Davranışı

Bir kompozit yapıda bağ yapma denildiğinde ortaya arabirim kavramı çıkmaktadır. Arabirim davranışı matris ve takviye fazından sonra gelen üçüncü önemli etkidir. Bir kompozit yapıda arabirim kuvveti kompozit davranış karakterini etkiler. Bağ kuvveti çok güçlüyse kompozit katı, zayıf ise mukavemet ve katılık yönünden güçsüz olduğunu gösterir. Bu durumda arabirim özelliğinin optimum düzeyde ayarlanması gerekmektedir. Matris malzeme olarak kullanılan reçine maddesi takviye elemanını iyi sarabilmeli ve de ıslatabilmelidir. Islanma yeteri kadar olmazsa arabirim zayıf olur. Reçinenin bir anda dökülmesi de kompozitte hava kabarcıkları oluşturabilir ve bu da istenilen bir durum değildir. Kompozitte çatlaklar ve zayıf arabirim oluşmasına neden olur. Arabirim davranışının yeterli şekilde oluşturulması için uygulanabilecek işlemler vardır (Ulçay vd., 2002). Bunlar;

- Takviye elemanının yüzeyi pürüzlendirilebilir, dolayısıyla mekanik bağ sürtünmeyle birlikte artırılabilir.
- Takviye elemanını yüzeyindeki bağlanmayı zorlaştıracak maddeler temizlenebilir.
- Bağ yapmayı kolaylaştırıcı ilave maddeler kullanılabilir.
- Fiziksel yollar kullanılabilir.
- Matris madde modifiye edilebilir.

1.1.9 Lif /Matris Arayüzeyi

Kompozit malzemedan verim alabilmek için takviye elemanı ve matris malzeme arasında doğru bağ oluşumu olması gerekir. Takviye ve matris elamanlar arasında kombine bir bağlanma gerçekleştirilir ve selülozik olmayan bağlardan kurtarılır. Böylelikle iyi bir yapışma sağlanarak arayüzey bağı iyileşmektedir (Li ve Pickering, 2008).

Arayüzey yapısı bir kompozit malzemede mekanik ve fiziksel özellikleri açısından önemlidir. Lif takviyeli kompozit malzemelerde yapıya uygulanan yük arayüzey tarafından liflere taşınmaktadır. Kompozit malzemede arayüzey mukavemeti, kayma mukavemetini, kompozit malzemenin mukavemet ve rijitliğinin kontrol edilmesinde önemli rol oynamaktadır. Üretilen kompozitin iyi mekanik özelliklere sahip olması ve takviye elemanı olarak kullanılan lifin özelliklerinden en fazla faydayı sağlamak için iyi bir arayüzey bağlantısı ve yapışması sağlanmalıdır (Bulut ve Erdoğan, 2011).

Doğal lif takviyeli kompozitlerde lif/matris arasındaki zayıf arayüzeyin geliştirilmesi ve optimizasyonu için farklı kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Doğal lif takviyeli kompozit malzeme üretiminde arayüzey etkinliğini artırmak için kullanılan başlıca lif ve matris yüzey modifikasyon yöntemleri aşağıdaki bölümlerde ayrıntılı olarak incelenmiştir (Bulut ve Erdoğan, 2011).

1.1.9.1 Lif Modifikasyonu

1.a Alkali İşlem: Modifikasyon işlemleri arasında alkali işlem, lif/matris bağına kurabilmek açısından önemlidir. Bu işlem yüksek kalitede lif üretmek amacıyla tercih edilen bir yöntemdir. Yapılan işlemde lif yapısındaki hidrojen bağları parçalanır ve yapıda önemli değişiklikler meydana gelir. Böylece lif yüzeyi pürüzlü hale gelerek lif ve polimer matrisin tutunmasını sağlar. Ayrıca bu işlem bitkisel liflerde bulunan lignin, pektin ve hidroksil bağlarının matris polimere engel olması ve arayüzey bağına zayıflatması gibi durumlarda kullanılır. Alkalizasyon sonrası mekanik kenetlenme ve arayüzey kalitesi yükselmektedir. Bu işlemde çeşitli konsanrasyonlarda, farklı sıcaklık ve sürelerde sodyum hidroksit (NaOH) ile takviye lifleri muamele edilmektedir (Doan, 2007; Xue vd., 2014).

1.b Bağlayıcı Madde İle Modifikasyon: Bağlayıcı kullanımı lif/matris arasındaki arayüzeyi modifiye etmek için kullanılmaktadır. Bitkisel liflerin matris ile birleşmeden önce polimer ile kaplanması, lif ile matris arasındaki uyumluluğu ve liflerin polimer içerisindeki dağılımını geliştirebilmektedir. Bağlayıcı maddeler lif/matris ara yüzeyindeki optimum gerilim transferini sağlamaktadır.

Bağlayıcı maddelerin kompozit içerisindeki farklı etki mekanizmaları bulunmaktadır. Bunlar:

- Doğal lif yüzeyinde bulunan zayıf katmanları yok ederler,
- Lif/matris arayüzeyinde çapraz bağlar oluştururlar
- Liflerin polimere tutunabilirliğini kolaylaştırırlar,
- Hem doğal lif hem de polimer arasında kovalent bağlar oluştururlar
- Lif yüzeyinin asitlik derecesini değiştirirler (Bledzki ve Gassan, 199; Li vd., 2007).

Bu yöntemde, lif ve matris arasındaki arayüzey bağını arttırmak için silan gibi bağlayıcı maddeler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bağlayıcı maddeler küçük moleküllerin kimyasal aşılmasıyla lif yüzeyi ile reaksiyona girerek lif/matris arasında köprü görevi görmektedirler (Malhotra vd., 2012).

1.c. Asetilasyon: Bu işlem selülozik liflerin plastikleştirilmesine öncülük eden esterefikasyon işlemidir. Doğal lif reaksiyonu lignoselülozik liflerin kullanımından önce asedik anhidrid kullanılarak uzaklaştırılmak istenen asetik asit oluşumunu içerir. Bu kimyasal modifikasyon işlemi bitkisel liflerde bulunan hidroksil gruplar ile asetil grupları değiştirerek polimerin özelliklerini modifiye etmek ve hidrofob özellik kazandırmaktadır (Li vd., 2007).

1.d Aşı Kopolimerizasyonu: Lif yüzeyine matris ile uyumlu bir polimerin bağlanması ile gerçekleştirilmektedir. Oluşturulan bağ, bağlayıcı madde olarak hareket etmekte ve lif-matris arasındaki adhezyonu geliştirmektedir. Metilmetakrilat, akrilamid ve akrilonitril gibi vinil monomerler selüloz, selüloz türevleri ve lignoselülozik liflere aşı kopolimerizasyonu ile uygulanmaktadır. (Saheb ve Jog, 1999).

1.2. Mısır Bitkisi

Mısır bitkisinin genel özellikleri, Türkiye’de ve dünyada mısır üretimi, mısır bitkisinin ekim alanı ve toprak isteği, hakkındaki bilgiler aşağıda açıklanmaktadır.

1.2.1 Mısır Bitkisinin Genel Özellikleri

Çok eski zamanlardan beri tarımı yapılan mısır bitkisi, güneş enerjisini besin maddesine dönüştürme olanağı sağladığından hakkında birçok araştırma yapılmıştır. Yetiştirme süresinin kısalığı ve ürün yelpazesinin genişliği açısından da ülkemizde yaygın olarak üretilmektedir (Güzel, 2002).

Mısır bitkisi, Haziran-Ağustos ayları arasında çiçekler açan, 1-2 metre yüksekliğinde, bir yıllık, tek evcikli bir kültür ve tahıl bitkisidir (Sezer, 2005).

Buğday ve pirinçle birlikte gelişmekte olan ülkelerde önemli temel gıdalardan biri olan mısır, özellikle Sahra altı Afrika ve Latin Amerika’da oldukça fazla miktarda tüketilmektedir. Dünya çapında ise 900 milyon kişinin tercih ettiği bir gıda maddesidir. Mısır yine tüm dünyada hayvan yemi olarak da tercih edilmektedir (Peşkirioğlu vd., 2016).

Mısır yıllardır dünyanın en büyük botanik bilmecelelerinden biri olmuştur (yılda metre başına 8.504.108 ton). Buna ek olarak ürün sapları da; yem, gübre, mobilya üretimi alanlarda de kullanılmaktadır. Bilindiği üzere ürün saplarının ana bileşenleri selüloz, hemiselüloz ve lignindir (Haitao vd., 2016).

Mısır, sanayide de birçok alanda kullanılmaktadır. Yakıtlara katılabilen nişasta ve şekerden üretilen ve alkol türevi olan biyoetanol üretiminde kullanılmasıyla mısırın önemi daha da artmıştır. Dünyanın en büyük mısır ihracatçısı olan ABD etanol üretimi ile ilgili yatırım ve önceliklerini mısırdan yana kullanmaktadır. Tabii bu durum uluslararası piyasalarda mısırın değerini arttırmakta ve dolayısıyla mısır fiyatlarının artmasına neden olmaktadır. Gelişmiş ülkelerin de mısır kullanmasıyla birlikte şu anki üretimin iki kat daha fazlası mısıra ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir (Peşkirioğlu vd., 2016). Mısır bitkisine ait görüntüye Şekil 9’ da yer verilmiştir (URL-3, 2017).



Şekil 9: Mısır bitkisi (URL-3, 2017).

1.2.2 Türkiye’ de ve Dünyada Mısır Üretimi

Türkiye’ de mısır üretimi 2015’de 6,4 milyon tona ulaşmıştır. Yıllara göre üretim incelendiğinde ekim alanların artmamasına rağmen belirgin bir üretim artışı görülmektedir. Bu da mısırdaki verim artışının bir sonucudur.

Dünyada ise geniş alanlarda yetiştirilebilen sıcak iklim bitkisi olan mısır, deniz seviyesinden 3700 m yüksekliğe, 60° kuzey enleminden 40° güney enlemine kadar yetiştirilebilmektedir. Sıcak iklim bitkisi olmasına rağmen aşırı sıcaklık isteyen bir bitki değildir. Mısırdaki günlük minimum 21 °C ve maksimum 32 °C sıcaklıklarda en hızlı gelişme oranı gerçekleşmektedir. Bu sıcaklıklar dışındaki değerler mısır bitkisinin büyümesini ve verimini olumsuz etkilediği için optimal sıcaklık değerlerinde ürün yetiştirmek önem arz etmektedir (Peşkircioğlu vd., 2016).

1.2.3 Mısır Bitkisinin İklim ve Toprak İsteği

Türkiye’de mısır ekimi genellikle Nisan-Mayıs aylarında başlayıp, bölgelere göre mısırın olgunlaşma süresi değiştiğinden Ağustos ayından Kasımaya kadar hasadı yapılmaktadır. Mısır ekim sahasında su ve sıcaklık önemli bir faktördür. Türkiye topraklarının neredeyse hepsi mısır bitkisinin yetiştirilmesine uygun olduğu için yetiştirilme alanını toprak sınırlandırmamaktadır (Şahin, 2001).

1.2.4 Mısır Bitkisinin Ekim Alanı

Türkiye’de mısır ekimi için iklim şartlarına bakıldığında en elverişli bölge Karadeniz Bölgesi’dir. Fakat bu bölgede başta çay, fındık ve tütün gibi daha fazla gelir getiren kültür bitkilerinin yetiştirilmesi mısır alanlarının gelişmesine izin vermemektedir. Ancak yine de ülkemiz mısır ekim alanlarının yarıya yakını Karadeniz Bölgesi’nde bulunur. Ekim alanları ise özellikle delta ovalarında ve Çoruh vadisinde yoğunluk göstermektedir (Şahin, 2001).

Mısır ekim alanları diğer bölgelerde ise Marmara ve Ege bölgelerinde iç kısımlara doğru yer almaktadır. Marmara’da özellikle Adapazarı ovası, Meriç vadisi, Bursa-Karacabey ve Manyas ovalarında yoğunluk göstermektedir (Şahin, 2001). Mısır tarlasına ait görüntü Şekil 10’ da gösterilmektedir (URL-4, 2017).

Akdeniz Bölgesi’nde mısır ekimi, dağların genellikle denize bakan yamaçlarında ve yaklaşık 700 metre yüksekliğe kadar olan alanlarda yapılmaktadır. Bölgede mısır ekim alanları en çok Çukurova ve Amik Ovası’nda yoğunluk kazanmıştır (Şahin, 2001).



Şekil 10 : Mısır tarlası (URL-4, 2017).

BÖLÜM 2

LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Yenilenebilir kaynaklar, polimer esaslı kompozitlerin üretiminde takviye edici malzeme olarak kullanılmasıyla, çevre dostu ve ucuz maliyetli olmalarından dolayı uzun süredir geçerliliği kabul edilmiş ve sentetik liflere alternatif olarak görülmüştür (Khan vd., 2009).

Doğal lif takviyeli yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) üzerine yapılan çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Yüksek yoğunluklu polietilen (YYPE) içinde kullanılan ağaç lifleri yerine saman ve mısır sapı kullanılması üzerine çeşitli araştırmalar yapılmış ve samanın neredeyse ağaç lifleri ile yarışacak düzeyde malzeme özelliklerini iyileştirdiği belirtilmiştir (Panthapulakkal ve Torres, 2002; Panthapulakkal ve Sain, 2007).

Nor Azwin, Noraziana ve arkadaşlarının doğal lif takviyeli kompozitler üzerine yaptığı bir çalışmada takviye lifi olarak muz ve Hindistan cevizi kullanılarak kompozit malzemeler üretilmiştir. Kullanılan elyaf yüzeyleri kimyasal işlemle modifiye edilmiştir. Alkali işlem doğal lif takviyeli kompozitlerde termoplastik ve termoset kompozitlerde tercih edilmektedir. Yüzey modifikasyon işleminde ucuz olması sebebiyle farklı konsantrasyonlarda sodyum hidroksit (NaOH) tercih edilmiştir. Yapılan arayüzey öncesi ve sonrası SEM görüntüleri incelenmiştir. Ön işlem yapılan muz ve Hindistan cevizi liflerinin pürüzlendikleri ve matris malzemeyle daha uyumlu hale geldikleri tespit edilmiştir (Nor vd., 2009).

Luo vd.'nin yaptığı çalışmada farklı kompozisyonlarda mısır sapları incelenmiş ve mısır takviyeli plastik kompozit üretiminde takviye edici malzeme olarak değerlendirilmiştir. Mısır sapının farklı kısımlarından üretilen, mısır takviyeli plastik kompozitlerin mekanik özelliklerinde farklılık tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre mısırın farklı kısımlarından yapılan kompozitlerden, mısır koçanı ve mısır sapının mekanik özelliklerinin daha iyi olduğu görülmektedir (Luo vd., 2017).

Davoodi ve Kiani tarafından yapılan bir araştırmada, son birkaç yıl içerisinde geleneksel kompozitlerin performans artırmada sınırlılıkları olduğu için, araştırmacıların ilgisinin

polimerik kompozitlerden hybrid kompozitlere kaydığı belirtilmiştir. Bu yeni nesil kompozit malzemelerin son yıllarda havacılık, otomotiv, inşaat ve spor endüstrilerine hakim olduğu belirtilmiştir (Davoodi vd., 2010; Kiani vd., 2011).

Binici, Sevinç ve arkadaşlarının yapmış olduğu bir çalışmada ise mısır koçanı katkılı ısı yalıtım malzemesi üretilmiştir, bağlayıcı olarak da çimento ve epoksi kullanılmıştır. Isı iletim özellikleri incelendiğinde 60 g mısır koçanı, 45 g epoksi kullanılarak üretilen malzemenin 60 g mısır koçanı, 30 g epoksi kullanılarak üretilen malzemededen ısıyı daha iyi yalıtığı tespit edilmektedir. Bunun sebebi ise kullanılan epoksinin artmasıyla malzeme arasındaki boşluklar ve basınç artmış ve ısı yalıtım değeri yükselmiştir. Yine ultrasonik ses geçirim özelliğinde ise en yüksek değere sahip numune 60 g mısır koçanı, 45 g epoksidede ulaşılmış, en düşük değere ise 60 g mısır koçanı, 30 g epoksidede görülmüştür. Bu durum yalıtım malzemesi basıncının fazla olması ve daha sıkı yapıya sahip olmasıyla açıklanabilmektedir (Binici, 2014).

Yapılan başka bir araştırmada ise buğday sapları kompozit levha üretiminde takviye malzemesi olarak kullanılmış ve buğday sapı ve yonga lif levhaların odundan üretilenlere göre birçok özellik (fiziksel ve mekaniksel) bakımdan daha avantajlı olduğu tespit edilmiştir (Mengeloğlu ve Alma, 2002).

Merdan vd.'nin yaptığı bir çalışmada kenevir lifinin konvansiyonel ve mikrodalga yöntemine göre maleik anhidrit ile yüzey modifikasyonu yapılmıştır. Kenevir lifi %2.5, %5 ve %10 konsantrasyonunda maleik anhidrit ile işleme tabi tutulmuştur. İşlem görmüş kenevir liflerinin kopma dayanımı ve uzama değerleri incelenmiştir. Konvansiyonel yöntemde %2.5, %5 ve %10 konsantrasyonlarda maleik anhidrit kullanıldığında işlem süresinin uzaması, konsantrasyonların artması kopma dayanımı değerlerinde düşme meydana getirmiştir. Konvansiyonel yöntem için en iyi konsantrasyon % 2.5 en iyi süre 20 dakikadır. Buna karşın mikrodalga yönteminde ise tüm konsantrasyonlarda, süre uzatıldığında kopma dayanım değeri yükseliş göstermektedir. Sonuç olarak mikrodalga yöntemi yüzey işlemlerinde sürenin kısalmasını, kısa sürede kimyasal maddeden yararlanmayı ve su ile enerjinin daha az kullanılmasını sağlamaktadır (Merdan vd., 2012).

Mışık ve Merdan'ın yaptığı bir çalışmada dokuma bazalt-cam ve fındık kabuğu takviyeli polimer esaslı kompozit malzemeler üretilmiş ve bu kompozitlerin ısı geçirgenliği

incelenmiştir. Üretilen kompozitlere yapılan ısı geçirgenlik test sonucunda bazalt dokuma takviyeli kompozitlerin ısı yalıtım özellikleri, cam dokuma kumaş takviyeli kompozitlerden daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 2. kademe öğütülmüş fındık kabuklarının kullanıldığı tüm kompozitlerin ısı yalıtım özelliğinin, 1. ve 3. kademe öğütülmüş fındık kabuğu takviyeli kompozitlerden daha iyi yalıtım özelliğine sahip olduğu anlaşılmaktadır (Mıstık vd., 2012).

Ulcay vd.'nin polimer esaslı kompozitlerin arabirim mukavemeti üzerine yaptıkları bir araştırmada ise lif takviyeli kompozitlerin çoğundaki matris polar gruplarda epoksi, üretan, ester, amin içerir. Dielektrik sabitleri yüksek polar matrislerin kür işlemlerinde mikrodalga ısıtma önerilmektedir. Cam lifli takviyeli kompozitlerde mikrodalga enerji yöntemi önerilirken, karbon lifli takviyeli kompozitlerde bulunan çok katlı direkt bileşiklerinde etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Katlı bileşiklerde yön önemiyken tek yönlü karbon lifli takviyeli kompozitlerde kür işlemlerinde polarizasyon açısının önemli bir faktör olduğunu ifade etmişlerdir (Ulcay vd., 2002)

Ashori vd.'nin yaptığı bir araştırmada, mısır sapı ve cam lifli kullanılarak termoplastik hibrit kompozitlerin üretim ve karakterizasyonunun, selülozik liflerin mukavemeti üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Selülozik liflere cam liflerinin de eklenmesiyle birlikte fiziksel ve mekanik özelliklerinde sinerjik gelişmeler elde etmişlerdir. Tarımsal atık materyallerin eklenmesiyle çekim ve estetik özelliklerde kısmen güçlenme göstermiş, ancak mısır sapı liflerindeki kimyasal karakteristikleri yükseldiğinden üstün mekanik özellikler göstermiştir. Sonuç olarak hem tarımsal atıkların hem de cam liflerini PP matrisle karışımının kompozitlerin mekanik özelliklerinin gelişimiyle sonuçlanmıştır. Tarımsal atıkların kompozitteki oranı arttırıldığında mukavemet azalırken, cam lifli oranı arttırıldığında mukavemetin belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. Selülozik liflerin doğasından dolayı su adsorpsiyonu ve kalınlığa olan direnci cam liflerinin de eklenmesiyle daha da güçlenmiştir. Sebebi ise selüloz ve lignin yapısındaki hidrofil bağlar selülozik liflere hidrofilik karakter kazandırmıştır (Ashori vd., 2014).

Flandez vd.'nin yaptıkları bir araştırmada mısır sapı takviyeli poliropilen matrisli kompozitleri enjeksiyon kalıplama yöntemi ile üretmişlerdir. Mısır sapının iki farklı türünü kullanarak (mısır sapı tozu ve lifleri) üretilen kompozitlerin fiziksel/kimyasal

karakterizasyonlarını incelemişlerdir. Mısır sapı tozu takviyeli PP esaslı kompozitlerin mekanik özelliklerinin düşük bulunduğu ancak mısır lifi takviyeli PP matrisli kompozitlerin mükemmel kimyasal özellikleri nedeniyle cam lifi/PP kompozitlere benzer etkilerinin görüldüğü tespit edilmiştir. Mısır sapı lifleri termomekanik ve kimyasal hamurdan takviye edici malzeme olarak elde edildiğinde üstün özellikler göstermediği için kağıt yapımı levhaların üretimi için daha uygun bulunmuştur. Kompozitlerin çekme mukavemeti modülüne bakıldığında ise elyaf ve matris arayüzey bağlantısının iyileştirilmesiyle geliştirilebilir ayrıca matris malzemeye maleik anhidrit polipropilen eklenmesiyle de iyileştirilebileceğini bildirmişlerdir. Son olarak bu çalışma mısır sapı atıklarının plastik kompozit üretiminde hammadde olarak kullanımının yararlı olabileceğini ortaya koymuştur (Flandez vd., 2012).



BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) matrisli, termoplastik kompozitlerin üretimi amaçlanmıştır. Kompozite başlamadan önce takviye malzemesi olarak kullanılan mısır saplarına, lif yüzeyini temizlemek ve pürüzlü hale getirmek amacıyla yüzey işlemleri uygulanmıştır. Deneysel çalışmalar sırasında kompozit üretim yöntemlerinden biri olan sıcak pres yöntemi kullanılmıştır. Yapılan deneysel çalışmalar ile üretilen kompozitlerin ısı geçirgenliği ve ses yutum özellikleri incelenmiştir.

3.1 Materyal

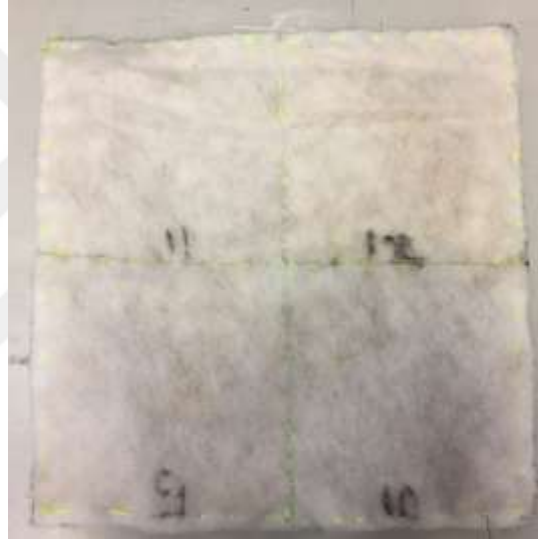
Çalışmada takviye malzemesi olarak mısır sapları kullanılmıştır. Kullanılan mısır sapları Adapazarı yöresinden bulunan mısır tarlalarından hasat sonrası temin edilmiştir.

Mısır saplarının yapısındaki selüloz miktarı % 38, hemiselüloz miktarı %26, pektin miktarı % 2, lignin miktarı ise %19'dur (Lee vd., 2007).

Ayrıca takviye malzemesine ek olarak mısır saplarının birbirine tutunmasını sağlamak ve yapı içinde kaymalarını önlemek amacıyla alt ve üst katmanında Polipropilen (PP) dokusuz yüzey (nonwoven) kumaş kullanılmıştır. Mısır sapları (Şekil 11) ve kompozitte kullanılan PP kumaş (Şekil 12) aşağıda gösterilmektedir.



Şekil 11: Mısır sapı.



Şekil 12: Polipropilen dokusuz yüzey kumaş.

Matris malzeme olarak düşük yoğunluklu polietilen granülleri kullanılmıştır. Suudi Arabistan yapımı Y101AB51002 numaralı düşük yoğunluklu polietilen Simutomo kimyasal AŞ'den temin edilmiştir.

Düşük yoğunluklu polietilen nem alma, düşük maliyet, kolay işlenebilirlik, kimyasal kararlılık, yalıtkanlık gibi mükemmel özelliklerinden dolayı film ve tel imalatında kullanılmaktadır. Yüksek yoğunluklu polietilenin ise mukavemet ve rijitliği daha yüksektir. Şişe, boru gibi malzemelerin imalatında kullanılmaktadır (Zor, 2017).

3.2 Yöntem

Bu bölümde mısır saplarına kompozit üretiminden önce uygulanan işlemler hakkında bilgi verilmektedir.

3.2.1 Kompozit Üretiminden Önce Mısır Saplarının Yüzey İşlemlere Hazırlanması

Kompozit materyalde takviye lifleri ile matris polimer arasında bağ oluşumunda arayüzey kavramı önemli bir unsurdur. Bitkisel liflerin yapılarında bulunan lignin, pektin ve vaks nedeniyle, bu liflerin matris polimere bağlanması zorlaşır ve arayüzey zayıflar. Bu durum da kompozitin mekanik özelliklerinin zayıflamasına neden olur. Yapılan alkali işlemlerle hidroksilgruplar uzaklaştırılır ve açık selüloz uçları meydana gelir. Böylece lif yüzeyi pürüzlendirilir ve mekanik bağlanma sağlanır (Bulut ve Erdoğan, 2011).

Lakkaz enzimleri, oksidatif enzimlerin bir grubu olup, son yıllarda, fenolik ve fenolik olmayan lignin esaslı bileşenleri yükseltgeyebilmeleri sebebiyle ilgi çekmekte ve proses uygulamalarında tercih sebebi olmaktadır. Yine lakkazlar, tekstil sanayinde atık sularının renksizleştirilmesinde, kaynatılmasında, denim yıkamada, boyarmaddelerin sentezinde de kullanılmaktadırlar (Arık vd., 2008).

Mikrodalga enerjisi kullanılarak yapılan yüzey işlemlerinde, seramik, polimer, kompozit malzemeler gibi elektrik yalıtkanlığı bulunan maddelerde önemli mesafelere kadar enerjinin iletilebileceği belirtilmektedir. Bu nüfuz olayı, yani penetrasyon derinliği materyalin magnetik özellikleri, mikrodalgaların frekans değeri gibi birçok faktöre bağlıdır. Penetrasyon sırasında bir miktar enerji malzeme tarafından emilir ve bu da materyal içerisinde ısı oluşturur. Materyalin içindeki ısı ise yüzeyden farklıdır. Geleneksel yöntem olan konvansiyonel yöntemde ise bu durum biraz daha farklıdır. Konvansiyonel yöntemde ısı materyalin dışında başlar bu sırada hacim içi soğuktur. Isı dışardan materyalin içine doğru yayılım göstermektedir (Ulçay vd., 2002).

Konvansiyonel işlemin uygulaması Şekil 13'te gösterilmektedir. Ultrasonik enerji yönteminde Şekil 14'de gösterilen Alex marka ultrasonik banyo kullanılmıştır. Mikrodalga yönteminde ise Şekil 15'de gösterilen White Westinghouse marka, KM06VF2W model numaralı mikrodalga fırın kullanılmıştır.



Şekil 13: Konvansiyonel yöntemle yüzey işleme gören mısır sapları.



Şekil 14: Çalışmada kullanılan ultrasonik banyo.



Şekil 15: Çalışmada kullanılan mikrodalga fırın.

Mısır sapsarına uygulanan yüzey işlemleri geleneksel yöntem olan konvansiyonel yöntem, ultrasonik yöntem ve mikrodalga enerjisinden yararlanılarak üç farklı şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneysel çalışmalarda kullanılan kimyasal işlemler Tablo 3’de, kullanılan yöntemlerin uygulama süre ve sıcaklıkları ise Tablo 4’de gösterilmektedir.

Tablo 3: Konvansiyonel, ultrasonik ve mikrodalga yönteminin uygulanmasında kullanılan kimyasallar.

Kimyasal Madde	Üretici Kodu	Konsantrasyon	Durulama İşlemi (25 C°, pH 5.5)	Kurutma İşlemi
Sodyum Hidroksit (NaOH)	Merck	4 g/L	Saf Su	Oda Sıcaklığında
Lakkaz Enzimi	Denilite Novazyme	1g/L +0.5 ml asetik asit	Saf Su	Oda Sıcaklığında

Tablo 4: Konvansiyonel, ultrasonik ve mikrodalga yöntemlerinin uygulama sıcaklık ve süreleri.

	Konvansiyonel			Ultrasonik			Mikrodalga		
	Sıcaklık (C°)	Süre (dk)	pH	Sıcaklık (C°)	Süre (dk)	pH	Sıcaklık (C°)	Süre (dk)	pH
Sodyum Hidroksit (4 g/L)	55	20	5.5	55	5	5.5	55	3	5.5
Sodyum Hidroksit (4 g/L)	55	30	5.5	55	10	5.5	55	5	5.5
Sodyum Hidroksit (4 g/L)	55	40	5.5	55	15	5.5	55	10	5.5
Lakkaz Enzimi (1 g/L)+ 0.5 ml asetik asit	55	20	5.5	55	5	5.5	55	3	5.5
Lakkaz Enzimi (1 g/L)+ 0.5 ml asetik asit	55	30	5.5	55	10	5.5	55	5	5.5
Lakkaz Enzimi (1 g/L)+ 0.5 ml asetik asit	55	40	5.5	55	15	5.5	55	10	5.5

Takviye malzemesi olarak kullanılan mısır sapları ve yapılan yüzey işlemleri Tablo 5’de numaralandırılarak gösterilmektedir.

Tablo 5: Yüzey işlemi uygulanan numunelerin numaralandırılması.

Deney 1	4 g/L Sodyum hidroksit (NaOH) ile yüzey işlemi
Deney 2	Lakkaz Enzimi 1(g/L+ 0.5 ml asetik asit) ile yüzey işlemi
Numune 1	Konvansiyonel yöntem ile 20 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 2	Konvansiyonel yöntem ile 30 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 3	Konvansiyonel yöntem ile 40 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 4	Ultrasonik yöntem ile 5 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 5	Ultrasonik yöntem ile 10 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 6	Ultrasonik yöntem ile 15 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 7	Mikrodalga yöntemi ile 3 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 8	Mikrodalga yöntemi ile 5 dakika yüzey işlemi uygulanan
Numune 9	Mikrodalga yöntemi ile 10 dakika yüzey işlemi uygulanan

Yüzey işlemi uygulanan mısır saplarının ağırlık değişimleri Tablo 6’da verilmiştir. Mısır saplarının ağırlık değişimleri aşağıdaki eşitlikteki formüle göre hesaplanmıştır (Eşitlik 1).

W_t : Toplam Ağırlık

W_1 : İşlem Öncesi Ağırlık

W_2 : İşlem Sonrası Ağırlık

$$W_t = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100 \quad (1)$$

Tablo 6 : Uygulanan yüzey işlemlerinin ardından mısır saplarında meydana gelen ağırlık değişimleri.

Yüzey işlemleri	Numuneler	Ağırlık Kaybı (%)
Deney 1 (4 g/L NaOH)	1	20.9
	2	22.4
	3	22.9
	4	23.2
	5	23.3
	6	24.0
	7	21.5
	8	21.8
	9	21.6
Deney 2 (1 g/L Lakkaz Enzimi + 0.5 ml asetik asit)	1	18.0
	2	18.5
	3	18.7
	4	19.6
	5	19.8
	6	21.2
	7	19.4
	8	19.1
	9	19.5

Selülozik liflerin yüzeyinde pektin, lignin ve vaks gibi safsızlıklar ve yüksek miktarlarda hidroksil grupları bulunmaktadır. Yüzey işlemi ile bu maddelerin bir kısmı liflerin yüzeyinden uzaklaştırılabilmektedir. Yapılan yüzey işlemlerinin ardından Tablo 6'da bulunan mısır saplarındaki ağırlık değişim oranları incelendiğinde; tüm yüzey işlemlerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Fakat ultrasonik enerji ile yapılan yüzey işlemlerinden sonra ağırlık kaybının diğer yüzey işlemlerine göre %1-2 oranında daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca NaOH ile uygulanan yüzey işlemlerinin ardından lakkaz enzimi ile uygulanan yüzey işlemlerine göre mısır saplarında daha fazla ağırlık kaybı meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 16: Çalışmada kullanılan Dikomsan marka elektronik hassas terazi (hassasiyet 10^{-3}).



Şekil 17: Yüzeş işlemi uygulanmış mısır sapları.

3.2.2 Mısır Saplarının Kompozit Malzeme Üretimine Hazırlanması

Mısır sapı takviyeli kompozitlerin üretiminde sıcak pres yöntemi kullanılmıştır. Kompozit malzeme üretiminde takviye malzemesi olarak ağırlıkça % 5-7 oranında mısır sapı + dokusuz yüzeş polipropilen kumaş kullanılmıştır. Matris malzeme olarak düşük yoğunluklu polietilen (DYPE) cipsleri kullanılmıştır. Üretim işleminden önce mısır sapları kalınlıkları 2-3 mm olacak şekilde kesilmiştir. Ardından polipropilen dokusuz yüzeş kumaş içerisinde, boşluk kalmayacak şekilde yerleştirilmişlerdir. Kesilmiş mısır saplarının yerleştirilmesi işleminin ardından üzerine tekrar dokusuz yüzeş polipropilen kumaş kapatılarak kenarlardan dikilmiştir. Sıcak pres makinesinde bulunan, alt ve üst kalıplara, kalıp ayırıcı vaks sürülerek işleme hazır hale getirilmiştir. Ardından vakslanan alt kalıp üzerine tartılan düşük yoğunluklu polipropilen cipsleri homojen olarak serilmiştir ve

kenarlarından dikilerek hazırlanan mısır sapı+polipropilen dokusuz yüzey cipslerin üzerine yerleştirilmiştir. Son olarak en üste tekrar tartılan düşük yoğunluklu polietilen cipsleri eklenmiştir. Sıcak pres makinesinin alt ve üst tablaları 200 C°'ye ayarlanmıştır. İstenilen sıcaklık değerlerine ulaşılmasının ardından 100 bar basınç altında mısır sapı takviyeli düşük yoğunluklu polietilen matrisli kompozit malzeme üretimi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 7: Üretilen kompozit malzemelerdeki mısır sapı ve düşük yoğunluklu polietilen oranları.

Yüzey İşlemi	Numuneler	Mısır Sapı Oranı (%)	DYPE Oranı (%)
İşlem Yapılmamış	-	5.70	94.3
Deney 1 4 g/L NaOH	1	6.88	93.12
	2	5.78	94.22
	3	6.25	93.75
	4	5.89	94.11
	5	5.20	94.80
	6	5.63	94.37
	7	5.04	94.96
	8	5.44	94.56
	9	5.30	94.70
Deney 2 1 g/L Lakkaz Enzimi+ 0.5 ml Asetik asit	1	6.23	93.77
	2	5.16	94.84
	3	5.48	94.52
	4	6.75	93.25
	5	6.80	93.20
	6	6.56	93.44
	7	5.24	94.76
	8	5.53	94.47
	9	6.2	93.80



Şekil 18: Polipropilen dokusuz yüzey kumaş üzerine mısır saplarının yerleştirilmesi.

Sıcak pres yönteminde alt ve üst olmak üzere 30×30 cm boyutlarına sahip iki kalıp kullanılmıştır. Kalıpların derinliği 4mm'dir. Yani üretilen kompozit malzemenin kalınlığı 4 mm olmaktadır. Üretilen kompozit malzemenin kalıptan daha kolay ayrılabilmesi için Polivaks marka kalıp ayırıcı kullanılmıştır (Şekil 20).



Şekil 19: Sıcak pres makinesinde kullanılan alt kalıp.



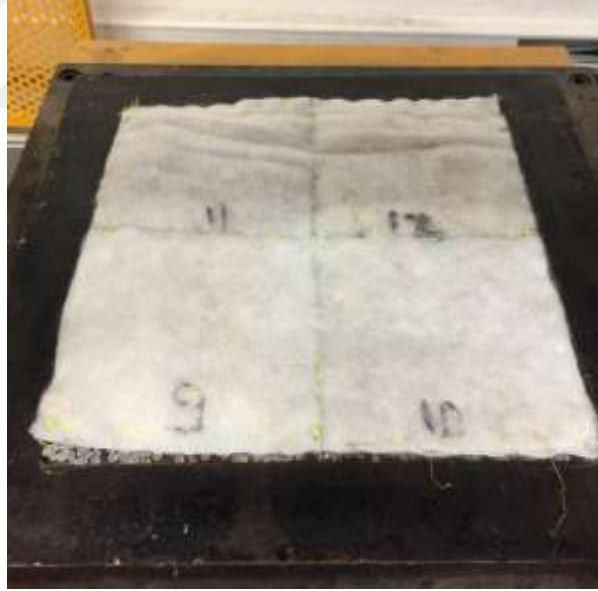
Şekil 20: Kalıp ayırıcı vaks.

Hassas terazide tartılan 160 g ağırlığındaki DYPE cipsleri boşluk kalmayacak şekilde alt kalıba yerleştirilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21: Alt kalıp üzerine yerleştirilen DYPE cipsleri.

DYPE cipslerinin ardından, içerisinde mısır sapları bulunan ve kenarlarından dikilmiş polipropilen dokusuz yüzey kumaşlar cipslerin üzerine yerleştirilmiştir (Şekil 22).



Şekil 22: İçerisinde mısır sapları bulunan polipropilen dokusuz yüzey kumaş.



Şekil 23: Hürsan marka sıcak pres makinesi. Şekil 24: Sıcak basma işleminin uygulanması.

3.3. Kompozit Malzemeye Uygulanan Testler

Bu bölümde kompozit malzemeye uygulanan ısı geçirgenliğin test edilmesi ve ses yutum testlerinin uygulanışı hakkında açıklama yapılmaktadır.

3.3.1 Isı Geçirgenliğin Test Edilmesi

Kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik test işlemi P.A. HILTON LTD. H940 kondüksiyonla ısı iletim cihazı (Şekil 26) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Isı geçirgenlik testi için sıcak pres makinasında üretilen mısır sapı takviyeli kompozit malzemeler 25 mm çapında daire şeklinde kesilerek cihaza yerleştirilmiştir (Şekil 25). Cihazın dijital ekranından ısı akışı değeri (Q) watt biriminde elde edilmiştir. Kompozit malzemelerin kalınlığı, test bölgesinin alanı ve sıcaklık farkı hesaplanmış ardından aşağıdaki eşitlikte bulunan formül kullanılarak malzemelerin ısı geçirgenlik katsayıları bulunmuştur (Eşitlik 2).

$$K = \frac{Q \times dx}{A \times \Delta t} \quad (2)$$

Burada;

Q = Isı Akışı

A = Isı geçişinin meydana geldiği alan (yüzey alanı)

dx = Kompozit malzemenin kalınlığı

Δt = Sıcaklık farkı

K = Isı iletim katsayısı ($w/m^{\circ}C$)



Şekil 25: Kompozit malzemedan kesilen numune.



Şekil 26: Isı geçirgenlik test cihazı.

3.3.2 Ses Yutum Testi

Kompozit malzemelere uygulanan ses yutum test işlemi için İTKİB İTA Eğitim ve Araştırma Danışmanlık Şirketi Ar-Ge merkezinde bulunan ses yutum test cihazı kullanılmıştır. Test işlemi TS EN ISO 10534-2 standardına göre gerçekleştirilmiştir. Test işleminin öncesinde, numune cihaza yerleştirilir, cihaz açılıp 94 db lik kalibrasyon aletiyle kalibre edilir. Cihazda iki adet mikrofon bulunur. A ve B mikrofonları arasındaki uzaklıktan dolayı yer değiştirilerek ölçümün doğruluğu kontrol edilir. Ölçüm başlatılır aynı işlemler büyük tüp ve küçük tüp için de yapılır. Tüplerin ölçüm aralıkları; küçük tüp için, 500-6400 Hz; büyük tüp için 1600 Hz'dir. Ardından büyük ve küçük tüpten alınan veriler birleştirilir. Elde edilen eğri frekans ses yutum eğrisidir. Ses yutum testi için hazırlanan numuneler Şekil 27'de gösterilmektedir.



Şekil 27: Ses yutum testi için hazırlanan numuneler.



Şekil 28: Ses yutum katsayısı ölçümü test cihazı

BÖLÜM 4

BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Isı Geçirgenlik Test Sonuçları

Mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin kondüksiyon yöntemi kullanılarak yapılan ısı geçirgenlik ölçüm sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8: Kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik değerleri.

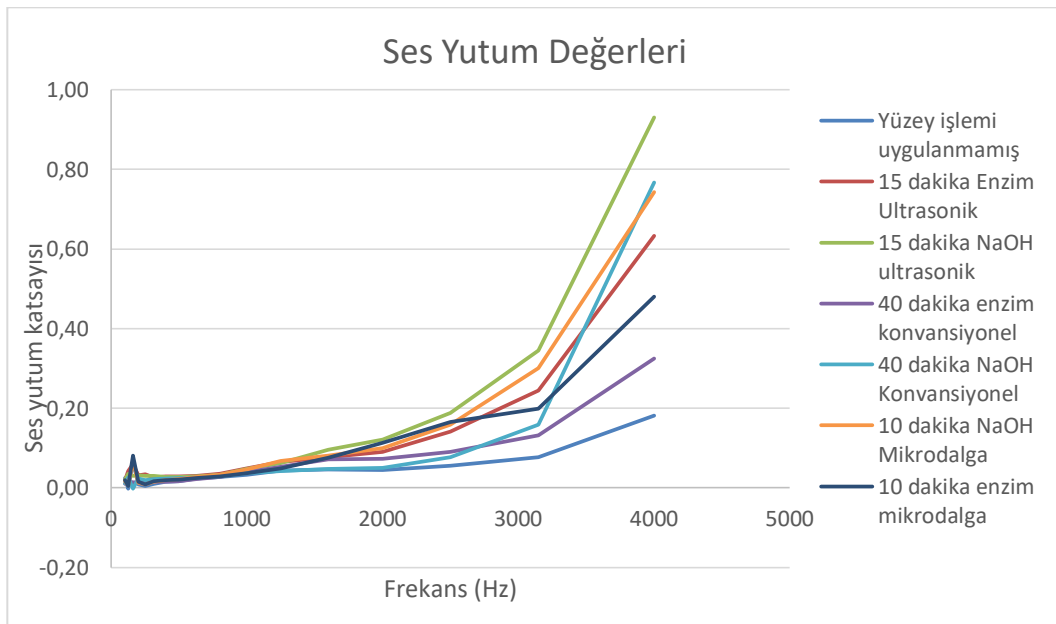
YÜZEY İŞLEMİ	NUMUNELER	Isı Geçirgenlik Katsayısı (W/mC°)
İşlem Yapılmamış	-	1.63
Deney 1 4 g/L NaOH	1	1.45
	2	1.44
	3	1.37
	4	1.38
	5	1.36
	6	1.35
	7	1.35
	8	1.30
	9	1.29
Deney 2 1 g/L Lakkaz Enzimi+ 0,5 ml Asetik asit	1	1.51
	2	1.50
	3	1.48
	4	1.47
	5	1.44
	6	1.41
	7	1.40
	8	1.39
	9	1.39

Mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik sonuçları incelendiğinde; mısır saplarına NaOH ve lakkaz enzimi ile yüzey işlemi uygulanmasıyla kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik katsayısının azaldığı yani kompozit malzemelerin ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir.

NaOH ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerin ısı yalıtım özellikleri enzim ile yüzey işlemi uygulanan kompozit malzemelerden daha iyi olduğu görülmektedir. Mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemi ile yapılan yüzey işlemlerinin ısı yalıtım özelliklerinin daha iyi olduğu belirlenmiştir. Mikrodalga ile yapılan yüzey işlemlerinin ultrasonik enerji ile yapılan yüzey işlemlerine göre az da olsa daha olumlu sonuçlar verdiği görülmektedir. Konvansiyonel yöntem, mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemlerinde uygulama süresi arttıkça kompozit malzemelerin daha iyi ısı yalıtım özelliği sergiledikleri görülmektedir. NaOH ve lakkaz enzimi ile yapılan yüzey işlemlerinde en düşük ısı yalıtım özellikleri konvansiyonel yüzey işleminin uygulandığı mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerde elde edilmiştir.

4.2 Ses Yutum Testi Sonuçları

Mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ses yutum ölçüm sonuçları Şekil 29'da verilmiştir. Önceki işlemlerde konvansiyonel, mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemlerinde uygulama süresinin artmasıyla kompozit malzemelerin özelliklerinin daha da iyileştiği görülmüş bu nedenle, ses yutum test işlemi sadece en uzun süre yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelere uygulanmıştır.



Şekil 29: Kompozit malzemelerin ses yutum test sonuçları.

Şekil 29’da verilen yüzey işlemi uygulanmamış ve yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ses yutum ölçüm sonuçları incelendiğinde; mısır saplarına NaOH ve lakkaz enzimi ile yüzey işlemi uygulanmasıyla üretilen kompozit malzemelerin ses yutum özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. NaOH ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerin ses yutum özelliklerinin enzim ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerden daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek ses yutum değeri, ultrasonik yöntemde 15 dakika NaOH ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerden elde edilmiştir. Mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemi ile yapılan yüzey işlemlerinin, kompozit malzemelerin ses yutum özelliklerinde konvansiyonel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmektedir. En düşük ses yutum değeri lakkaz enzim kullanılarak 40 dakika konvansiyonel yöntemle yüzey işlemi yapılan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerde elde edilmiştir.

BÖLÜM 5

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında kompozit malzemeler, kompozit üretim yöntemleri, kompozit malzemelere uygulanan yüzey işlemlerine yer verilmiştir. Bu çalışmanın konusu olan termoplastik kompozitler detaylı olarak incelenmiştir ve üretilen kompozitlere ısı geçirgenliği ve ses yutum analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki şekilde özetlenebilir;

1. Selülozik lif takviyeli kompozitlerin üretiminde yüzey işlemlerinin önemi büyüktür. Bu işlemler lifleri daha pürüzlü hale getirerek matris malzemeye tutunmayı daha da kolaylaştırmaktadır. Yüzey işlemi uygulanan selülozik lif takviyeli kompozit malzemelerin ısı yalıtım ve ses geçirgenlik özelliklerinin iyileştiği görülmektedir.
2. Selülozik liflerin yüzeyinde pektin, lignin ve vaks gibi safsızlıklar ve yüksek miktarlarda hidroksil grupları bulunmaktadır. Yüzey işlemi ile bu maddelerin bir kısmı liflerin yüzeyinden giderilebilmektedir. Yapılan yüzey işlemlerinin ardından mısır saplarındaki ağırlık değişim oranları incelendiğinde; tüm yüzey işlemlerinde birbirine yakın sonuçlar elde edilmiştir. Fakat ultrasonik enerji ile yapılan yüzey işlemlerinden sonra ağırlık kaybının diğer yüzey işlemlerine göre %1-2 oranında daha fazla olduğu görülmektedir. Ayrıca NaOH ile uygulanan yüzey işlemlerinin ardından lakkaz enzimi ile uygulanan yüzey işlemlerine göre mısır saplarında daha fazla ağırlık kaybı meydana gelmiştir.
3. Bu çalışmada ultrasonik enerji ve mikrodalga enerjisinden faydalanılarak uygulanan yüzey işlemleri geleneksel olan konvansiyonel yöntemle göre daha başarılı sonuçlar vermiştir. Bu sonucun sebebi ise ultrasonik enerjinin ve mikrodalga enerjisinin sağladığı güçtür. Ultrasonik işlemde ultrasonik enerjiden kaynaklanan mikrokabarcıklar kimyasalların liflere taşınmasını sağlamaktadır. Kimyasal maddeler ultrasonik enerji dalgası şeklinde kısa sürede lif morfolojisine zarar vermeden taşınır. Mikrodalga enerji sistemi ise, yüksek frekanslı ve dielektrik ısıtma sistemi oluşturur. Isıtma etkisi hızlı ve

düzgün bir şekilde lifin her noktasında başlar. Kısa sürede yüksek hızlı ve etkili bir ısıtma oluşur. Bu nedenle mikrodalga enerjisi kullanarak bir malzemenin ısıtılması, konvansiyonel yöntemlerden daha ekonomiktir.

4. Mısır saplarına yüzey işlemi uygulanmasıyla kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik katsayısının azaldığı yani kompozit malzemelerin ısı yalıtım özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. NaOH kullanılarak mikrodalga yöntemi ile 10 dakika yüzey işlemi uygulamasıyla ısı yalıtım özellikleri yüzey işlem uygulanmadan yapılan kompozitlere göre %20 daha iyi olduğu görülmektedir.

Lakkaz enzimi ile yüzey işlemi görmüş mısır sapları ise yüzey işlemi görmemiş mısır sapı takviyeli kompozitlere göre yaklaşık %15 oranında ısı yalıtım özelliğinde iyileşme sağlanmıştır. NaOH ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerin ısı yalıtım özellikleri lakkaz enzimi ile yüzey işlemi uygulanan kompozit malzemelerden daha iyi olduğu görülmektedir. Yapılan yüzey işlemleri kendi aralarında karşılaştırıldığında en iyi sonuç, NaOH kullanılarak mikrodalga ile 10 dakika işlem görmüş mısır sapları, lakkaz enzim kullanılarak mikrodalga ile 10 dakika işlem görmüş mısır saplarına göre % 7 oranında daha iyi ısı yalıtım özelliği göstermektedir.

Uygulanan yüzey işlemlerinden sonra üretilen kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik testlerinde en yüksek ısı yalıtım değerlerine sahip kompozit malzemeler, mikrodalga ve ultrasonik yöntemle işlem görmüş mısır sapı takviyeli termoplastik kompozitlerdir. Tüm yüzey işlemlerinde uygulama süresi arttıkça daha iyi ısı yalıtım özellikleri elde edilmiştir. NaOH ve lakkaz enzimi ile yapılan yüzey işlemlerinde en düşük ısı yalıtım özellikleri konvansiyonel yüzey işleminin uygulandığı mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerde görülmektedir.

5. Yüzey işlemi uygulanmamış ve yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli, düşük yoğunluklu polietilen matrisli termoplastik kompozit malzemelerin ses yutum ölçüm sonuçları incelendiğinde; mısır saplarına NaOH ve lakkaz enzimi ile yüzey işlemi uygulanmasıyla, üretilen kompozit malzemelerin ses yutum özelliklerinin iyileştiği görülmektedir. NaOH ile yüzey işlemi uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerin ses yutum özelliklerinin lakkaz enzimi ile

yüzey işlemleri uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerden daha yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek ses yutumu değeri NaOH kullanılarak ultrasonik yöntem ile 15 dakika yüzey işlemleri uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerden elde edilmiştir. Mikrodalga ve ultrasonik enerji yöntemi ile yapılan yüzey işlemlerinin, kompozit malzemelerin ses yutumu özelliklerinde konvansiyonel yöntemle göre daha etkili olduğu görülmektedir. En düşük ses yutumu değeri lakkaz enzimi kullanılarak konvansiyonel yöntemle 40 dakika yüzey işlemleri uygulanan mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerde elde edilmiştir.

Sonuç olarak, mısır saplarına uygulanan tüm yüzey işlemlerinin mısır sapı takviyeli kompozit malzemelerin ısı geçirgenlik ve ses yutumu özelliklerini olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Ayrıca NaOH ile yapılan yüzey işlemlerinin ardından, lakkaz enzimi ile yapılan yüzey işlemlerine göre daha iyi ısı geçirgenlik ve ses yutumu özellikleri elde edilmiştir. Mikrodalga ve ultrasonik enerji yönteminin, konvansiyonel yöntemle göre daha etkili bir yüzey işlemleri sağladığı sonucuna varılmaktadır. Tarlada hasat sonrası bırakılan mısır sapları taşıma ve işçilik maliyetleri nedeniyle değerlendirilememektedir. Bu çalışmalar ışığında; çevre dostu olmasının yanında ülkemiz açısından kolaylıkla elde edilebilecek durumda bulunan mısır saplarının ses ve ısı yalıtımının oldukça önemli olduğu yapısal uygulamalarda kullanılacak olan kompozit malzemelerin üretiminde takviye malzemesi olarak kullanımının artmasının ekonomik ve ekolojik olarak uygun olacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Aran, A. (1990). *Elyaf takviyeli karma malzemeler*. İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, s.1-50, MK. 575 Ders Notları, Gümüşsuyu/İstanbul.
- Arık, B., Körlü, E., A., Duran, K. (2008). Lakkaz enzimlerinin tekstilde kullanım alanları. *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi*. Ege Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, İzmir, (2), s. 17-22.
- Ashori, A., Nourbakhsh, A., Tabrizi, K.T., (2014). Thermoplastic hybrid composites using bagasse, corn stalk and E-glass fibers: fabrication and characterization. *Polimer Plastic Technology and Engineering*, 53:1-8, 2014.
- Azwa, Z.N., Yousif, B.F., Manalo, A.c., Karunasena, W. (2013). A review on the degradability of polymeric composites based on natural fibres. *Materials & Design*: 424-442.
- Beland, S. (1990). High Performance Thermoplastic Resins and Their Composites. *Noyes Data Corporation*, p177.
- Bilgiç, T. (2006). *Polimerler- I Bölüm 2: Polietilen PAGEV Yayınları 3. Baskı*.
- Binici, H. Sevinç A.H. Eken M. Demirhan C. (2015). Mısır koçanı katkılı ısı yalıtım malzemesi üretimi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), s. 13-26.
- Bledzki, A. K. ve Gassan, J. (1999). *Composites Reinforced with Cellulose-Based Fibers*, Progress in Polymer Science, 24, 221.
- Bulut, Y., Erdoğan, Ü.H. (2011). Selüloz esaslı doğal liflerin kompozit üretiminde takviye materyali olarak kullanımı. Dokuz Eylül Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, *The Journal of Textiles and Engineer*, 82: 26-35.
- Chai, M.W., Bickerton, S., Bhattacharya, Das, R. (2012). Influence of natural fibre reinforcements on the flammability of bio-derived composite materials. *Composites Science and Tecnology*, 65 (3-4): 683-692.
- Chung, Deborah D. L. (1994). *Carbon Fiber Composites* : Butterworth –Heinemann.
- Dalen, H. (1999). Factors to take into consideration when producing particleboard from straw. The Meeting of te Eastern Canadian Section of the Forest Products Society. (May 19-20), Winnipeg, Manitoba, Canads.
- Davoodi, M.M., Sapuan, S.M., Ahmad, D., Ali.; Khalina, A., Janoobi, M. (2010). Mechanical properties of hybrid kenaf=glass reinforced epoxy composite for passenger car bumper beam. *Materials & Design*,31, 4927-4932.
- Doan, T.T.L., Brodowsky, H. Ve Mader, E. (2007). Jute fibre/polypropylene composites 11 thermal, hydrothermal and dynamic mechanical behavior. *Composites Science And Technology*, 67, 2707-2714.

- Dokur, M.M. (2009). Karbon fiber esaslı polimerik matrisli kompozitlerin üretimi ve karakterizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Engin, K.E., (2008). Doğal lif takviyeli termoplastik malzemelerin thermoforming yöntemi ile üretilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mersin Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Etacheri, V., Marom, R., Elazari, R., Salitra, G., Aurbach, D. (2011). Challenges in the development of advanced li-ion batteries: *a review, energ. environ. sci.* 4, 3243-3262.
- Flandez, J., Gonzales, I., Resplandia B.J., El Mansouri, N.E., Vilaseca, F., Mutje, P. (2012). Management of corn stalk waste as reinforcement for polypropylene injection moulded composites. *BioResources.com* 7(2), 1836-1849.
- Güleşen, M. (2005). Fiber takviyeli termoplastik kompozit malzeme üretimi ve mekanik özelliklerinin bulunması. Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Güzel, E. (2002). *Hasat-Harman İlkeleri ve Makinaları*. Çukurova Üniversitesi Yayınları, 194 (A-60), Adana.
- Haitao Xua, B., Huijuan Zhanga, B., Ya Ouyanga, B., Li Liua, B., Yu Wanga, B., (2016). Two-dimensional hierarchical porous carbon composites derived from corn stalks for electrode materials with high performance. *Electrochimica Acta* 214, 119–128.
- Hornsby P.R, Hinrichsen E, Trivedi K. (1997). Preparation and Properties and properties of polypropylene composites reinforced with wheat and flax straw fibers. Part 1. Fiber characterization. *J Mater Sci* ; 32:443-9.
- Khan, M.A., Ganster, J., Fink, H.P., (2009). Hybrid composites of jute and man-made cellulose fibers with polypropylene by injection moulding. *Compos. Part A* 40 (6), 846–851.
- Kiani, H.; Ashori, A.; Mozaffari, S.A. (2011). Water resistance and thermal stability of hybrid cellulosic filler-PVC composites. *Polym. Bull.*, 66, 797-802.
- Lee, D., Owens, V.N., Boe, A., Jeranyama, P. (2007). Composition of herbaceous biomass feedstocks. *North Central Sun Grant South Dakota State University*, 1-07.
- Li, Y., Pickering K.L. (2008). Hemp fibre reinforced composites using chelator and enzyme treatments: *Composite Science and Technology*, 68, 3293-3298.
- Li, X., Tabil, L.G. ve Panigrahi, S., (2007). *Chemical Treatments of Natural Fiber for Use in Natural Fiber-Reinforced Composites: A Review*, *Journal of Polymer Environment*, 15, 25-33.

- Luo, Z., Li, P., Cai, D., Chen, Q., Quin, P., Tan, T. and Cao, H. (2017). Comparasion of performances of corn fiber plastic composites made from different parts of corn stalk, *Industrial Crops and Products*. 95(2017). 521-527.
- Malhotra, N., Sheik, K. and Rani. S.(2012). *Mechanical characterization of natural fiber reinforced polymer compostes: a review*, Journal of Engineering Research and Studies, 75-80.
- Mazumdar, Sanjay K. (2002). Composites Manufacturing. *Composites Manufacturing-Materials, Product and Process Engineering* : CRC Press.
- Mengeloğlu, F., Alma, M.H., (2002). Buđđay saplarının kompozit levha üretiminde kullanılması. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü, *Fen ve Mühendislik Dergisi* 5(2) (37-48).
- Merdan, N., Koçak, D., Acar, K. (2012). Kenevir liflerinin konvansiyonel ve mikrodalga yöntemine göre maleik anhidrit ile yüzey modifikasyonu. İstanbul Ticaret Üniversitesi, *Fen Bilimleri Dergisi*, Sayı (22), s.71-78.
- Mıstık, S.İ., Merdan, N., (2012). Dokuma bazalt-cam ve fındık kabuğu takviyeli polimer kompozitlerin eğilme dayanımı ve ısı geçirgenliklerinin incelenmesi. İstanbul Ticaret Üniversitesi, *Fen Bilimleri Dergisi*. Sayı (20), s.119-126.
- Muzzy, J.D. (1988). Processing of advanced thermoplastic composites, The Manufacturing Science of Composites. Vol. IV, Edited by Gutowski, T.G., pp. 27-39.
- Nas, E, Gökkaya H, Sur G. (2013). sıcak presleme yöntemi kullanılarak kompozit malzemelerin üretilebilirliği üzerine bir değerlendirme. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi/Karaelmas Science and Engineering Journal* 3(2), 56-65.
- Nor Azwin A, Noraziana, P., Norsuria M., Siti, S.I., Khairul, N. and Ying, M.H, (2009). *Effect of chemical treatment on the surface of natural fiber*. Journal of Nuclear and Releated Technologies, V.6 N.1, 155-158.
- Panthapulakkal, S., Torres, F.G. (2002). Chemical Modification of Hemp, Sisal, Jute and Kapok Fibers by Alkalization. J., Appl. Polym. Sci. 84: 2222-2234.
- Panhapulakkal, S., Sain M. (2007). Agro-residue reinforced high-density polyethylene composites: fiber characterization and analysis of composite properties. *Composites Part a-Applied Science and Manufacturing*, 38 (6): 1445-1454.
- Peşkirioğlu, M., Sırlı, A.B., Torunlar, H., Tuğaç, G.M., Mermer, A., Özaydın, A.K., Sezer, C., Aydoğmuş, O., Yıldırım, Y.E, Kodal, S., Emeklier, Y. (2016). Cođđrafi Bilgi Sistemleri (CBA) Teknikleri Kullanılarak Mısırın (FAO700) İsteklerine Göre Türkiye’de Potansiyel Uygunluk Alanlarının Belirlenmesi. *Uzaktan Algılama CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2016)*, 5-7 Ekim 2016, Adana.
- Saheb, N. ve Jog, J.P. (1999). Natural fiber polymer composites: A Reviev Advances in Polymer Technology, 18(4), 351-363.

- Sain, M., Suhara, P., Law, S., and Bouilloux, A. (2005). Interface modification and mechanical properties of natural fiber-polyolefin composites products, Faculty of Forestry, University of Toronto, P(121-130).
- Shalwan, A., Yousif, B. F. (2013). In State of Art: Mechanical and tribological behavior of polymeric composites based on natural fibres. *Materials & Design*: 48: 14-24.
- Sezer, F.S. (2005). Türkiye’de ısı yalıtımının gelişimi ve konutlarda uygulanan dış duvar ısı yalıtım sistemleri, Uludağ Üniversitesi *Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 10(2), 79-85.
- Smith P. (2002). Industrial product/market opportunities-North America. In: *Progress in wood fiber plastic composites conference*. Toronto, Canada, p. 1-10.
- Şahin, G.Ü.S. (2001). Türkiye’de mısır ekim alanlarının dağılışı ve mısır üretimi. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*. Cilt 21, Sayı 1, 73-90.
- Onat, A. (2015). Sakarya Üniversitesi, Sakarya Meslek Yüksekokulu, Makine ve Metal Teknolojileri Bölümü, Metalurji Programı, *Kompozit Malzemeler Ders Notu* 1-104.
- Ulcay, Y., Akyol, M., Gemci, R. (2002). Polimer esaslı lif takviyeli kompozit malzemelerin arabirim mukavemeti üzerine farklı kür metotlarının etkisinin incelenmesi. *Uludağ Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Dergisi*, Cilt 7, Sayı 1, 93-116.
- URL-1 (2017). [http://debis.deu.edu.tr/userweb/mehmet.aktas/Kompozit %20Malzemeler /Ders%20%203/3.pdf](http://debis.deu.edu.tr/userweb/mehmet.aktas/Kompozit%20Malzemeler/Ders%20%203/3.pdf), El Yatırması ve Püskürtme Yönteminin Fotoğrafi (13.07.2017).
- URL-2 (2017). <http://www.yildiz.edu.tr>, Plastik Matrisli Kompozitler, Filament Sarma Yönteminin Fotoğrafi (01.12.2017)
- URL-3 (2017). <https://www.inploid.com/t/bahcede-misir-nasil-yetistirilir/45945/>, Mısır Bitkisinin Fotoğrafi (29.11.2017).
- URL-4 (2017). <https://www.haberdarim.com/misir-tarlası-1831g-p2.htm>, Mısır Tarlasının Fotoğrafi (29.11.2017).
- Xue, D., Lei, W., Deng, Y., Jing, L., and Qin L. (2014). Effect of interface modification on mechanical and thermal properties of high-density polyethylene/silvergrass composites. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, Vol. 28(1).
- Wolcott, M.P., Smith, P.M. (2004). Opportunities and challenges for wood plastic composites in structural applications. In: *Proceedings of progress in wood fiber plastic composites conference*. Toronto, Canada, P.1-10.
- White N.M ve Ansell M.P. (1993). Straw reinforced polyester composites. *J Mater Sci*; 18:154956.

Zor, M. (2017) Kompozit Malzemelerle İlgili Genel Bilgiler
http://kisi.deu.edu.tr/mehmet.zor/composite%20materials/2-Genel_bilgiler.pdf
(12.07.2017).



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Emine KURU
Doğum Yeri ve Tarihi : KASTAMONU-TOSYA / 28.08.1988

Eğitim Durumu

Lise Öğrenimi : Tosya Atabinen Kız Meslek Lisesi- Giyim Bölümü
Önlisans Öğrenimi : Zonguldak Karaelmas Üniversitesi- Safranbolu Meslek Yüksekokulu- Tekstil
Lisans Öğrenimi : Marmara Üniversitesi - Tekstil Öğretmenliği
Yüksek Lisans Öğrenimi : Bartın Üniversitesi – Tekstil Mühendisliği
Bildiği Yabancı Diller : İngilizce (Orta Seviye)
Bilimsel Faaliyet/Yayımlar : Kuru, E. (2017). Selülozik lif takviyeli (mısır sapı) kompozitlerin ısı geçirgenlik özelliklerinin incelenmesi. Uluslararası Lif ve Polimer Araştırmaları Sempozyumu, (27-28 Nisan, 2017) Bursa.

İş Deneyimi

Stajlar : Kargisan San ve Tic. Ltd. Şti. – (3 Ay) 2006-KARABÜK
• Planlama- Modelhane- Dikimhane-Ütü paket
İHKİB Kâğıthane Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
• Öğretmenlik Stajı (2009)
İHKİB Yenibosna Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi
• Öğretmenlik Stajı (2012)
Bahariye Mensucat- (4 Ay) 2012 İkitelli- İSTANBUL
• İplik- Dokuma-Fiziksel Testler
Projeler ve Kurs Belgeler : 2008- İç Giyim Modelistliği- Çıraklık Eğitim Merkezi
2010- Bilgisayarlı Stilistik- İSMEK

2010- Düşüncede İnovasyon- Marmara Üniversitesi
2011- Bireysel Kariyer Yönetimi ve Yönetim
Becerilerini Geliştirme- Marmara Üniversitesi
2011- Kişisel Mükemmellik ve Liderlik – Marmara
Üniversitesi
2011- Diksiyon Eğitimi- İSMEK

Çalıştığı Kurumlar

: Erteks Tekstil (1 yıl) (2008)

Tosya- KASTAMONU

- Kalite Güvence- Proses Kontrol Sorumlusu

Marmara Üniversitesi- Sağlık Kültür Daire Başkanlığı

(2 yıl) Kısmi Zamanlı Öğrenci 2011

Kadıköy-İSTANBUL

- Daire Başkanı Sekreterliği

Merkoteks Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. (1 yıl 1 ay) 2013

İkitelli-İSTANBUL

- Asistan Müşteri Temsilcisi

Baykanlar Tekstil San. ve Tic. Ltd. Şti. (1 yıl 3 ay) 2015

Zeytinburnu-İSTANBUL

- Müşteri Temsilcisi

Şah Çanta Deri Tekstil San. Tic. Ltd. Şti. (Ekim 2017-
Halen Çalışmaktayım)

Tosya-KASTAMONU

- Planlama Sorumlusu

İletişim

E-Posta Adresi

: eminekuru88@hotmail.com

Tarih

: 07/07/2017 (Tez sınav tarihi)